

# Lokalisering av träd för att reducera värmestress

En komparativ studie av  
Långängen och Nya Kvillebäcken



Mikaela Torell  
Rebecca Johansson  
Sandra Lujic

Degree of Bachelor of Science  
with a major in Geography  
15 hec

Department of Economy and Society, Human Geography &  
Department of Earth Sciences  
University of Gothenburg  
2021 B-1125



UNIVERSITY OF GOTHENBURG



# Lokalisering av träd för att reducera värmestress

En komparativ studie av  
Långängen och Nya Kvillebäcken

Mikaela Torell  
Rebecca Johansson  
Sandra Lujic

ISSN 1400-3821

B1125  
Bachelor of Science thesis  
Göteborg 2021

## Sammanfattning

Värmestress har blivit ett växande problem i urbana områden, då städer generellt tenderar att vara varmare än omkringliggande områden. Genom att öka mängden träd i stadsmiljöer kan dess nedkylande förmåga, genom skugga och transpiration, bidra till att minimera värmerelaterade effekter på människors hälsa samt att öka välbefinnandet.

I denna studie undersöks träds kylande förmåga i Långängen och Nya Kvillebäcken i Göteborg. Initialt undersöks planeringen av lokalisering och artval i det nyetablerade området Nya Kvillebäcken, samt hur tillgängligheten till skuggande träd uppfattas av boende och besökare i båda områdena. Genom beräkningar av strålningstemperaturen ( $T_{mrt}$ ), som är den viktigaste meteorologiska variabeln under klara och varma somrardagar, utförs en värmekartering i GIS. Baserat på  $T_{mrt}$  kan de spatiala fördelningarna av termisk stress beräknas i indexet fysiologisk ekvivalent temperatur (PET). Avslutningsvis karteras de mest optimala lokaliseringarna för nya träd på platser där värmestress är som mest påtaglig.

Resultatet visar att träden i Nya Kvillebäcken främst inte planerades utifrån ett värmestressperspektiv. Träden planerades utifrån andra tekniska och estetiska faktorer såsom exempelvis utrymme ovan och under mark samt en variation av olika trädarter i syfte för att skapa olika teman. Utifrån studiens enkätundersökning ansågs tillgängligheten till träd överlag vara bristfällig i båda områdena, däremot ansågs tillgängligheten vara bättre i Långängen än i Nya Kvillebäcken. Genom värmekarteringen med befintliga träd framkom det att ytor med PET kategorin *Måttlig värmestress* övergick till *Lätt värmestress* med totalt 14 procentenheter i Långängen. I Nya Kvillebäcken övergick ytor med *Hög/Måttlig värmestress* till *Lätt värmestress* med totalt 16 procentenheter. I Långängen var större träd främst placerade på grönytor mellan flerbostadshus, medan yngre träd i Nya Kvillebäcken var placerade i rabatter med omkringliggande hårdlagda ytor. Optimala platser för nya träd lokaliserades främst intill byggnader i båda områdena. I Långängen innebar nyplanteringen av träd en minskning med 7 procentenheter av ytor med *Måttlig värmestress*, detta övergick till *Lätt värmestress/Ingen termisk stress*. I Nya Kvillebäcken minskade andelen ytor med *Måttlig värmestress* med 4 procentenheter till *Lätt värmestress*. Generellt innebar beräkning av befintliga träd och genererandet av nyplanterade träd sänkningar mellan 1-16  $T_{mrt}$  °C i vardera område.

**Nyckelbegrepp:** träd, lokal- och mikroklimat, värmestress,  $T_{mrt}$ , PET

## Abstract

Heat stress has become a growing problem in urban areas, as cities generally tend to be warmer than surrounding areas. By increasing the number of trees in urban environments, its cooling ability, through shade and transpiration, can help minimize heat-related effects on human health as well as increase human wellbeing.

This study examines the cooling effect of trees on heat stress in Långängen and Nya Kvillebäcken in Gothenburg. Initially, the planning of location and species selection in the newly established area Nya Kvillebäcken is examined, as well as how the accessibility to shady trees is perceived by residents and visitors in both areas. Through calculations of the mean radiant temperature ( $T_{mrt}$ ), which is the most important meteorological variable during clear and hot summer days, a heat mapping is performed in GIS. Based on  $T_{mrt}$ , the spatial distributions of thermal stress can be calculated in the index physiological equivalent temperature (PET). Finally, the most optimal locations for new trees are mapped in the places where heat stress proves to be greatest.

The results show that the trees in Nya Kvillebäcken were mainly not planned from a heat stress perspective. The trees were planned based on other technical and aesthetic factors such as space above and below ground and a variety of different tree species in order to create different themes. Based on the study's survey, accessibility to trees was generally considered to be deficient in both areas, however, accessibility was considered to be better in Långängen than in Nya Kvillebäcken. Through the heat mapping with existing trees, it emerged that areas with the PET category *Moderate heat stress* switched to *Light heat stress* with a total of 14 percentage points in Långängen. In Nya Kvillebäcken, areas with *High/Moderate heat stress* switched to *Light heat stress* by a total of 16 percentage points. In Långängen, larger trees were mainly placed on green areas between apartment buildings, while younger trees in Nya Kvillebäcken were placed in flower beds with surrounding paved surfaces. Optimal locations for new trees were located mainly next to buildings in both areas. In Långängen, the new planting of trees meant a reduction of 7 percentage points of areas with *Moderate heat stress*, this changed to *Light heat stress/No thermal stress*. In Nya Kvillebäcken, the proportion of areas with *Moderate heat stress* decreased by 4 percentage points to *Light heat stress*. In general, the calculation of existing trees and the generation of newly planted trees meant reductions between 1-16  $T_{mrt}$  °C in each area.

**Keywords:** trees, local- and microclimate, heat stress,  $T_{mrt}$ , PET

## Förord

Klimatanpassningsmetoder inom stadsplanering har för oss tre varit mycket intresseväckande sedan början av kandidatprogrammet i Geografi. När vi fick höra om den föreslagna uppsatsidén om trädens lokalisering i Kvillebäcken fastnade vi direkt. Efter att ha färdigställt uppsatsen, är vi stolta och glada att kunna säga att vi har tagit med oss en mängd ny kunskap och en fortsatt nyfikenhet inom ämnet. Tack vare ett väl planerat upplägg av kursansvariga Professor Sofia Thorsson och Universitetslektor Jonas Lindberg, har förutsättningarna varit goda för att nå det resultat som vi önskat. Vi vill tacka våra delaktiga och engagerade kurskamrater för deras stöd genom seminarium och opponering.

Stort tack till Anna-Karin Sintorn och Hans Lindqvist för er möjlighet att ställa upp på intervju. Genom er fick vi en informativ inblick om träd i Nya Kvillebäcken såväl som generellt i Göteborg. Vi vill även tacka medlemmar i Facebook-grupperna *Vad händer i Kville?* och *Nätverket levande Kville* som tog sig tiden att besvara vår enkätundersökning. Tack vare er kunde vi få en förståelse över människors upplevelser kring träden i Långängen och Nya Kvillebäcken.

Vi vill avslutningsvis ägna ett stort tack till våra handledare i Stadsklimatgruppen; Professor Sofia Thorsson, Forskare Fredrik Lindberg & Doktorand Oskar Bäcklin. Med er hjälp har denna uppsats blivit till verklighet. Vi vill även ägna ett tack till skaparen av verktyget TreePlanter, Doktorand Nils Wallenberg, som hjälpt oss med GIS-analys av optimal trädplacering.

# Innehållsförteckning

<b>1. Introduktion</b>	6
1.1 Syfte	7
1.2 Frågeställningar	7
<b>2. Teori</b>	8
2.1 Stadsklimat	8
2.1.1 Meteorologisk variabel - strålningstemperatur	8
2.2 Träds påverkan på lokal- och mikroklimat	8
2.2.1 Nedkylningseffekten från träd	8
2.2.2 Trädets egenskaper och lokalisering	9
2.3 Människans hälsa under värmeböljor	9
2.3.1 Termiskt index - Fysiologisk ekvivalent temperatur	10
2.4 Strategiska dokument	11
2.4.1 Grönstrategi	11
2.4.2 Trädpolicy	11
<b>3. Studieområde</b>	13
3.1 Göteborg	13
3.2 Långängen	14
3.3 Nya Kvillebäcken	15
3.3.1 Gestaltungsprogrammet i Nya Kvillebäcken	17
<b>4. Data och metoder</b>	18
4.1 Studiedesign	18
4.2 Informantintervjuer	18
4.2.1 Val av intervjupersoner	18
4.2.2 Genomförande av informantintervjuer	18
4.2.3 Analys av informantintervjuer	19
4.3 Enkätundersökning	19
4.3.1 Urval av respondenter	19
4.3.2 Genomförande av enkätundersökning	20
4.3.3 Analys av enkäter	20
4.4 GIS: Värmekartering och nyplantering av träd	21
4.4.1 Urban Multi-scale Environmental Predictor	21
4.4.2 Data	21

4.4.3	Datainsamling för CDSM i Nya Kvillebäcken.....	22
4.4.4	Analys av värmekartering och nyplantering av träd.....	22
4.4.4.1	SOLWEIG.....	22
4.4.4.2	TreePlanter.....	24
4.5	Metoddiskussion.....	25
4.5.1	Informantintervjuer.....	25
4.5.2	Enkätundersökning.....	25
4.5.3	GIS: Värmekartering och nyplantering av träd.....	25
<b>5.</b>	<b>Resultat</b> .....	<b>27</b>
5.1	Informantintervjuer: planering av träd och lokalisering.....	27
5.1.1	Planering av träd i Nya Kvillebäcken .....	27
5.1.2	Planering av träd i Göteborgs Stad.....	29
5.2	Enkätundersökning - tillgängligheten till skuggande träd.....	30
5.3	GIS: Värmekartering och nyplantering av träd.....	33
5.3.1	Långängen.....	33
5.3.2	Nya Kvillebäcken.....	37
<b>6.</b>	<b>Diskussion</b> .....	<b>44</b>
<b>7.</b>	<b>Slutsats</b> .....	<b>48</b>
<b>8.</b>	<b>Källor</b> .....	<b>49</b>
<b>Appendix 1</b> - Intervjuguide Landskapsarkitekt på Park- och naturförvaltningen .....		<b>54</b>
<b>Appendix 2</b> - Intervjuguide Planeringsledare Träd på Park- och naturförvaltningen.....		<b>55</b>
<b>Appendix 3</b> - Enkätundersökning.....		<b>57</b>

## 1. Introduktion

Enligt Oke, Mills, Christen & Voogt (2017:450) tenderar stadsstrukturer i urbana miljöer att öka lufttemperaturen samt reducera vindhastigheten, vilket kan leda till den urbana värmeöeffekten (UHI). Vid värmeböljor kan det urbana klimatet därmed öka sårbarheten för värmestress hos stadens befolkning (Folkhälsomyndigheten, 2018:11). Sommaren 2018 var ett väldigt varmt år, där mortaliteten till följd av värmestress ökade i landet (Åström, Bjelkmar & Forsberg, 2019). Till följd av klimatförändringar förväntas värmeböljor i Sverige bli mer frekventa och långvariga i framtiden (SMHI, 2020).

Vegetationen har visat sig vara en av de mest effektiva åtgärderna för att minska värmestress i stadsmiljöer (Thorsson, 2018:11; Zhao, Sailor, & Wentz, 2018). Bland de olika vegetationstyperna har träd bekräftats ha en högre effektivitet när det kommer till att blockera kortvågig strålning, reducera det långvågiga strålningsytbytet samt generera transpiration (Zhao et al, 2018). Vid nyplantering av träd i stadsrummet är det av stor vikt att beakta trädens egenskaper samt val av lokalisering för att maximera potentialen för att reducera värmestress (Thorsson, 2012:29-30).

För att utveckla Göteborgs Stad till en tät och grön stad anses träd spela en viktig roll, och på uppdrag av Park- och Naturnämnden formulerade Park- och naturförvaltningen två dokument vid namn *Grönstrategi* (Park- och naturförvaltningen, 2016:4) och *Trädpolicy: Stadens träd* (Park- och naturförvaltningen, 2018:18). Nya Kvillebäcken är ett nyetablerat område som färdigställdes 2019 (Göteborgs Stad, u.å.a) medan Långängen är byggt på 1950-talet (Ottosson & Thuvander, 2013:6). I en fallstudie av Bäck & Uddenäs (2020:29), om multifunktionella blå-gröna ytor i Nya Kvillebäcken, framkom det från studiens enkätundersökning att en majoritet av boende och besökare upplevde att områdets grönytor var otillräckliga vad gäller natur- och rekreationsmöjligheter. På grund av att vegetationen ansågs vara otillräcklig enligt Bäck & Uddenäs (2020) var det av intresse att undersöka tillgängligheten och effekten från skuggande träd i Nya Kvillebäcken, samt att jämföra detta med det äldre området Långängen.



## ***1.1 Syfte***

Det övergripande syftet med studien är att undersöka hur lokaliseringen av träd kan bidra till att skydda mot värmestress i Långängen och Nya Kvillebäcken. Arbetet består av tre olika delar. Genom två informantintervjuer undersöker den första delen planeringen för val av lokalisering och trädarter i det nyetablerade området Nya Kvillebäcken. Den andra delen undersöker hur boende och besökare av vardera område upplever tillgängligheten till att nyttja skugga under träd vid varma dagar. Avslutningsvis, utgörs den tredje delen av två GIS-analyser för att undersöka hur väl träden skyddar mot värmestress, samt var de mest optimala platserna är för nyplantering av träd i syfte att reducera värmestress i Långängen och Nya Kvillebäcken.

## ***1.2 Frågeställningar***

- 1. Vad har lokaliseringen och val av trädarter i Nya Kvillebäcken baserats på?*
- 2. Hur upplever boende och besökare tillgängligheten till att nyttja skugga under stadsträden i vardera område vid varma dagar?*
- 3. Hur väl skyddar träden i Långängen och Nya Kvillebäcken mot värmestress?*
- 4. Var är de mest optimala platserna för nyplantering av nya träd för att reducera värmestress i vardera område?*

## 2. Teori

### 2.1 Stadsklimat

Generellt tenderar städer att vara varmare än omkringliggande områden, vilket benämns urban värmeö (Oke et al, 2017:197). Fenomenet är ett tydligt exempel på hur mänskliga aktiviteter påverkar lokal- och mikroklimat (Thorsson, 2012:12). Dessa lokal- och mikroklimat genereras genom byggnadsstrukturer i stadsmiljöer, där kontrasten mellan olika områden kan vara väldigt omfattande. Hur människor upplever klimatet i en stad är främst relaterat till mikro-och lokalklimat (Janković et al, 2012:23).

#### 2.1.1 Meteorologisk variabel - strålningstemperatur

Lindberg, Thorsson, Rayner & Lau (2016) skriver att stadsgeometri och ytmaterial har en direkt påverkan på strålningstemperaturen ( $T_{mrt}$ ), som beskriver strålningsutbytet mellan en person och dess miljö. Denna meteorologiska variabel inkluderar effekterna av lufttemperatur ( $T_a$ ), yttemperatur ( $T_s$ ) och solinstrålning. Variationerna av  $T_{mrt}$  styrs främst av skuggmönster i staden som genereras av byggnader, träd och topografin. I en studie skriven av Thorsson, Rocklöv, Konarska, Lindberg, Holmer, Douseset & Rayner (2014) förklarades betydelsen av  $T_{mrt}$  samt dess påverkan på värmerelaterad mortalitet.  $T_{mrt}$  ansågs i studien vara en viktig meteorologisk variabel som redogör för väderförhållandenas påverkan på människors hälsa. Enligt Thorsson et al. (2014) är  $T_{mrt}$  - modeller desto mer precisa, än vad  $T_a$  - modeller är, i att identifiera områden utsatta för värmestress.

### 2.2 Träds påverkan på lokal- och mikroklimat

#### 2.2.1 Nedkylningseffekten från träd

Transpiration från träd utgör en viktig funktion för att mildra urbana värmeöar i stadsmiljöer då det utgör en nedkylningseffekt från löv till omgivande miljö (Moss, Doick, Smith & Shahrestani, 2019). Transpiration sker då vattenånga frigörs från växtens blad till den omgivande luften, vilket i sin tur gör att omgivande  $T_a$  kyles ned. I kombination med att minska  $T_a$ , kan träd även bidra med att sänka omgivande  $T_s$  och  $T_{mrt}$  med flertalet grader i jämförelse med närliggande solbelysta ytor. Detta sker dels genom absorbering och reflektion av solinstrålning samt generering av skugga. I sin studie beskriver Monteiro, Handley, Morison & Doick (2019) att träd vanligtvis reflekterar mer solinstrålning från ytan i jämförelse med mörka hårdlagda ytor. Detta innebär i sin tur att träd emitterar lägre temperaturer till sin omgivning jämfört med mörka ytor. Omkringliggande miljöer runt träd,

exempelvis gator och byggnader, kan även få sänkt  $T_s$  när trädets skugga blockerar direkt solljus (Yu, Ji, Pu, Landry, Acheampong, O'Neil-Dunne, Ren & Tanim, 2020). Utöver träd menar Wang, Dallimer, Scott, Shi & Gao (2021) och Thorsson (2012:29) att en kombination av vegetation, det vill säga träd, buskar och markvegetation, ökar volymen av vegetation och kan därmed maximera kylningseffekten.

### **2.2.2 Trädets egenskaper och lokalisering**

Moss et al. (2019) argumenterar för att val av trädart är avgörande i stadsmiljöer då alla arter inte utgör samma evaporativa nedkylningsförmåga. Till de viktigaste faktorerna hör trädkronans storlek samt bladmängd, men även vattenkänslighet och transpirationshastighet (Wang et al, 2021). Vid val av trädart är lövträd att föredra framför barrträd eftersom att de ger skugga på sommaren och bidrar till solinsläpp på vintern (Lindberg et al, 2016). Oke et al (2017:436) menar att olika typer av trädkronor även kan tillåta eller begränsa vindar beroende på områdets behov. Genom att ha träd med trädkronor som är relativt låga och nära marken kan skydd mot vind genereras på marknivå, tvärtom kan träd med trädkronor som börjar relativt högt upp på trädstammen generera vindar och briser på marknivå.

Beroende på var ett träd lokaliseras, kan olika effekter genereras. I studien av Lindberg et al. (2016) framkom det att lokalisering av träd uppskattades utgöra den viktigaste faktorn för att minska sårbarheten mot värmestress. Man fann att träd som placerades i öppna områden minskade den potentiella sårbarheten för hela områden, medan träd som placerades intill solbelysta byggnader gav mindre effekt. För att maximera skuggningspotentialen bör träd placeras på ytor i staden som tenderar att värmas upp, exempelvis gator, torg och parkeringsplatser (Thorsson, 2012:29-30). För att minska värmestress i städer med hög latitud rekommenderades främst två strategiska tillvägagångssätt, dels kombinationen av ökad mängd vegetation i städer samt att ökad höjd och täthet mellan byggnader (Lindberg et al, 2016).

### **2.3 Människans hälsa under värmeböljor**

Energibalansen i kroppen stabiliseras genom både medvetna handlingar och omedvetna kroppsliga reaktioner. En medveten handling kan exempelvis innebära att förflytta sig till en sval plats när det är varmt (Oke et al, 2017:386), vilket i sin tur gynnar den termiska komforten. Termisk komfort beskriver det tillstånd hos människor då yttre miljöförhållandena varken orsakar upplevelsen av att det är för varmt eller för kallt (ibid:482). Till de omedvetna fysiologiska reaktionerna inkluderas förändrade svettningshastigheter, reglering av blodflödet

och metabolisk aktivitet (ibid:386). Värmestress är ett fysiskt tillstånd som uppstår vid höga temperaturer då kroppen inte längre kan reglera sin temperatur. Detta kan mer konkret innebära effekter på andning, hjärta och blodcirkulation (Folkhälsomyndigheten, 2018:8-9). Folkhälsomyndigheten (2009:6) betonar betydelsen av människors närhet och tillgänglighet till grönska. Genom tillgänglighet till grönska, som har en kylande effekt under värmeböljor, kan detta bidra till förbättring av människors fysiska hälsa och därmed minskad risk för värmestress (ibid:18).

### 2.3.1 Termiskt index - Fysiologisk ekvivalent temperatur

Höppe (1999) förklarar att människan kan uppleva antingen varmare eller kallare temperaturer än vad  $T_a$  uppmäter. För att förklara graden av fysiologisk stress kan det termiska indexet fysiologisk ekvivalent temperatur (PET) användas. PET inkluderar samtliga meteorologiska variabler; lufttemperatur, luftfuktighet, vindhastighet och strålningstemperatur samt termo-fysiologiska element såsom kläder, aktivitet och ålder. Genom att använda PET redogörs meteorologiska variabelers effekt på människans energibalans samt kroppens termiska tillstånd. Det är enligt Höppe (1999) fördelaktigt att använda PET som index för att, likt  $T_a$  och  $T_{mrt}$ , uppmäts PET i ( $^{\circ}\text{C}$ ) som enhet, vilket innebär att dessa termiska index kan sättas i relation till varandra. Olika grader av termisk uppfattning samt fysiologisk stress på människor kan förklaras genom tabell 1.

**Tabell 1:** Intervall av PET för olika grader av termisk uppfattning av människor samt hur detta påverkar graden av fysiologisk stress på människokroppen. Källa: Modifierad efter Oke et al (2017:397).

**Table 1:** Range of PET for different degrees of thermal perception of humans and how this affects the degree of physiological stress on the human body. Source: Modified after Oke et al (2017:397).

PET	Termisk uppfattning	Grad av fysiologisk stress
13-17	Något kallt	Lätt kyla
18-23	Behagligt	Ingen termisk stress
24-29	Något varmt	Lätt värmestress
30-34	Varmt	Måttlig värmestress
35-40	Hett	Hög värmestress
$\geq 41$	Mycket hett	Extrem värmestress

## 2.4 Strategiska dokument

Göteborgs Stad är en stor kommun vilket följaktligen innebär ett behov av styrande dokument, policys, strategier och program i syfte för att fastställa vad som förväntas av kommunen och diverse parter. Genom dokumenten tydliggörs vem som ska göra vad och hur det ska göras (Göteborgs Stad, u.å.b). Övergripande styrdokument för kommunen inkluderar bland annat Budget för Göteborgs stad, Göteborgs miljömål och Göteborgs översiktsplan. Därefter, utgår diverse strategier från dessa styrdokument, såsom *Grönstrategi*. Övergripande styrdokument tillsammans med strategier ligger till grund för diverse mer ingående planer, policys och program, exempelvis *Trädpolicy* (Park- och naturförvaltningen, 2014:7).

### 2.4.1 Grönstrategi

På uppdrag från Park- och Naturnämnden i Göteborgs Stad har Park- och naturförvaltningen formulerat dokumentet Grönstrategi som syftar till att användas vid diverse planeringsprocesser (Park- och naturförvaltningen, 2014:3). Grönstrategin utgår från Göteborgs miljömål, parkprogrammet och Göteborgregionens strukturbild (ibid:12). Innehållet i dokumentet baseras på två huvudmål, varav det ena är ett socialt mål och det andra är ett ekologiskt mål. Tillsammans syftar målen till att utveckla värden i grönskan som gynnar både människa och natur, såsom exempelvis utveckling av ekosystemtjänster där bland annat klimatreglering ingår (ibid:6,55).

### 2.4.2 Trädpolicy

För att Göteborg ska utvecklas till en tät grön stad anses träd ha en viktig roll i denna utveckling. Trädpolicy: Stadens Träd är ett dokument framtaget av Park- och naturförvaltningen på Göteborgs Stad och utgår från Grönstrategi. (Park- och naturförvaltningen, 2016:4). Dokumentets huvudsakliga mål är följande: *"Ta till vara och utveckla ekologiska, kulturhistoriska, sociala och ekonomiska värden hos stadens träd och trädmiljöer"* (ibid:4). Utöver att policyn har ett huvudsakligt mål innehåller dokumentet även delmål. Två av dessa är *"Vid nyplantering välj rätt träd på rätt plats och ge trädet förutsättningar att utvecklas normalt"* (ibid:13) samt *"Vårda träden så att de ges förutsättningar att växa normalt och utveckla många värden"* (ibid:15).

Trädpolicyns innehåll gäller för alla träd som staden genom Park- och naturförvaltningen har förvaltaransvar över. I policyn finns bland annat vägledning kring träd i stadsmiljö, som anses vara en svår livsmiljö för många träd (ibid:14). Enligt trädpolicyn (2016:14) är det väsentligt vid planering av träd i stadsmiljö att handläggare eller planerare, utgår från allmänna

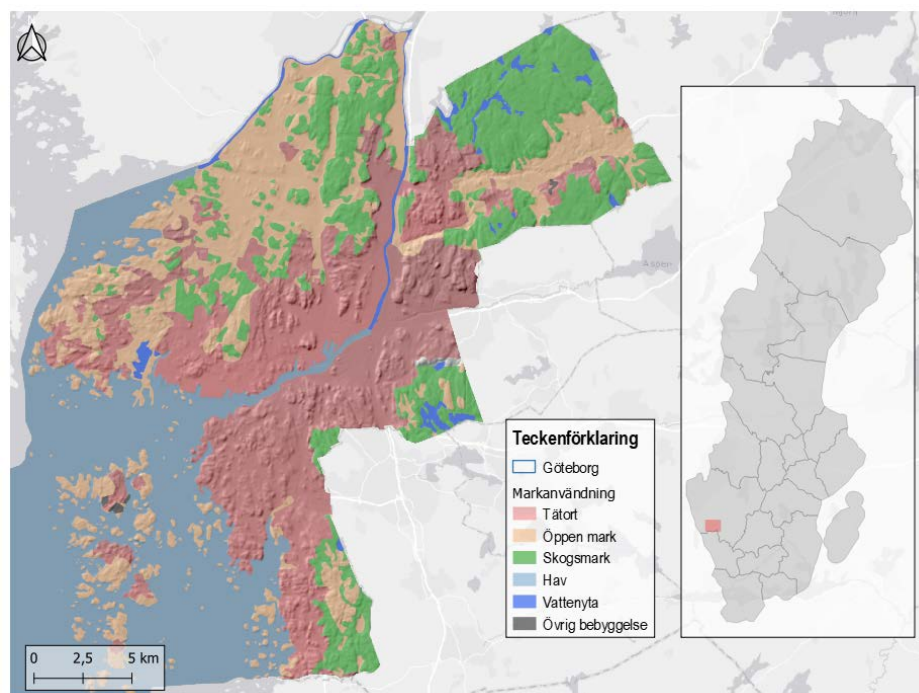
förhållanden i stadsmiljön idag respektive i framtiden. Detta görs i syfte för att säkerställa trädens normala utveckling samt att eventuella platskonflikter undviks. Policyn innehåller även information om andra aspekter som är viktigt att ha i beaktning vid planering av träd såsom utrymme ovan och under mark, och lagstiftning som berör träd (ibid:14).



### 3. Studieområde

#### 3.1 Göteborg

Göteborgs Stad är landets näst största stad med ett invånarantal på 580 000 personer och är beläget i sydvästra Sverige (57°42'N, 11°58'E), se figur 1. Göteborg är en stad i förändring där det ständigt byggs nya stadsdelar och bostadsområden på tidigare industrimark, samt att det sker en utveckling av nya vägar, broar och utbyggd kollektivtrafik som ska gynna stadens befolkning och näringsliv (Göteborgs stad, u.å.c). Göteborgs lokalisering ger ett maritimt tempererat klimat, med milda vintrar och svala somrar (Klingberg et al, 2017). Naturen i Göteborg är väldigt varierande och består av kust, berg, skog, sjöar, dalar och åkerlandskap. Det finns en stor tillgång till grönska inom staden i form av större parker, naturområden och naturreservat (Göteborgs stad, u.å.d). I stadsmiljön har en variation av grönska integrerats i form av träd, buskage och grönytor.

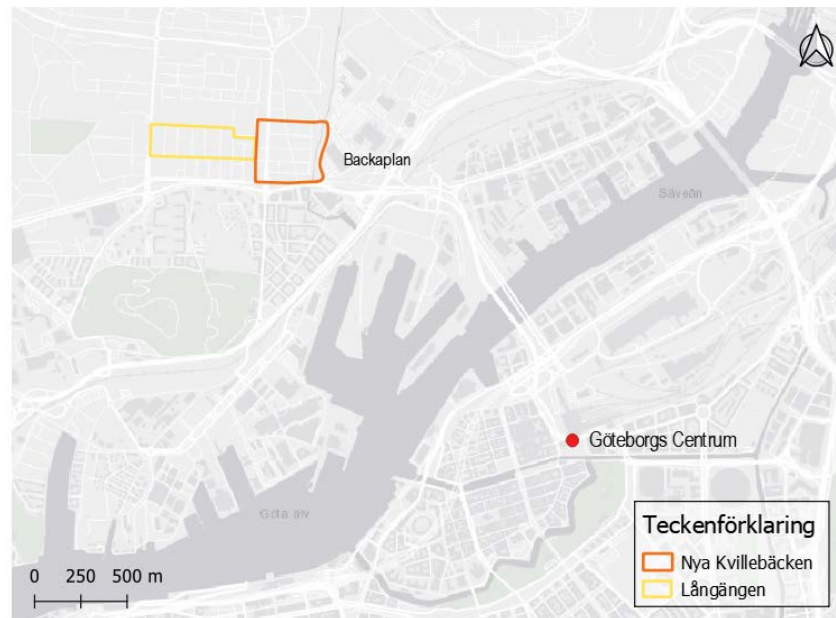


**Figur 1:** Göteborgsregionens lokalisering i Sverige samt markanvändning. Källa: Lantmäteriet (2020) & ESRI Grey (light).

**Figure 1:** The location of the region of Gothenburg in Sweden together with land use. Source: Lantmäteriet (2020) & ESRI Grey (light).

Den geografiska avgränsningen för studien är stadsdelen Kvillebäcken på ön Hisingen i Göteborg, se figur 2. Inom Kvillebäcken har två områden undersökts, ett nytt område och ett äldre område. Det nyetablerade området “Östra Kvillebäcken” har i denna uppsats benämnts

som "Nya Kvillebäcken". Därefter har valt område inom äldre delar av stadsdelen benämnts "Långängen". Valda studieområden baserades på en tidigare kartering av träd skapad av Wing, C. Se tabell 2.



**Figur 2:** Studieområdenas placering i Göteborg. Källa: ESRI Grey (light).

**Figure 2:** The study areas location in Gothenburg. Source: ESRI Grey (light).

### ***3.2 Långängen***

Långängen är beläget väster om Nya Kvillebäcken med en area på 9 hektar, se figur 3. Studieområdet består av flertalet flerfamiljshus som upprättades på 1950-talet (Ottosson & Thuvander, 2013:6). Hushöjderna varierar i huvudsak mellan 3-4 våningar där övrig mark främst består av grönytor med gräsmattor, träd och buskage. Långängen karaktäriseras av större och äldre träd med en blandning av trädarter, bestående av 19 träd/hektar, se figur 4. Angränsande områden består av Fjärdingsparken, Bjurslättsskolan, ytterligare bostäder och handel.



**Figur 3:** Studieområdet Långängen. Källa: Lantmäteriet (2020).

**Figure 3:** The study area Långängen. Source: Lantmäteriet (2020).



**Figur 4:** Två olika miljöer med träd i Långängen. Foto av: Rebecca Johansson & Mikaela Torell

**Figure 4:** Two different environments with trees in Långängen. Photo by: Rebecca Johansson & Mikaela Torell.

### 3.3 Nya Kvillebäcken

Nya Kvillebäcken är ett nyetablerat område som färdigställdes år 2019, bestående av en area på 12 hektar. I huvudsak byggdes bostäder på planområdet, vars hushöjder varierar från hus med 4-5 våningar till 16 våningar (Stadsbyggnadskontoret, 2008a:1). I de östra delarna av området finns Kvillebäcksparken. Genom parken rinner vattendraget Kvillebäcken (Stadsbyggnadskontoret, 2008a:9). Utöver parken i den östra delen av planområdet har det byggts två så kallade pocketparker och en park vid namn Tuveparken (ibid:17). I Nya Kvillebäcken är majoriteten av träden lövträd, med 23 träd/hektar, se figur 5 nedan. Kvillebäcksparken består framförallt av större och äldre träd, medan de tätbebyggda området



i Nya Kvillebäcken består av nyplanterade träd av diverse trädarter. Exempel på träd i Nya Kvillebäcken visas i figur 6.



**Figur 5:** Studieområdet Nya Kvillebäcken. Källa: Lantmäteriet (2020).

**Figure 5:** The study area Nya Kvillebäcken. Source: Lantmäteriet (2020).



**Figur 6:** Den vänstra bilden visar en tvärgata med tillhörande trädplanteringar som är omringade av perenner och överkörningsskydd. Den mittersta bilden visar Tuveparken, vars trädplanteringar förekommer på antingen grus eller gräs. Den högra bilden är tagen Kvillebäcksparken, där en variation av trädarter kan påträffas. Foto av: Rebecca Johansson & Mikaela Torell.

**Figure 6:** The left picture shows a cross street with belonging tree plantations, these are surrounded by perennials and overrun protection. The picture in the middle shows Tuveparken, where the underlying ground is either covered by gravel or grass. The right picture shows Kvillebäcksparken that contains a variation of different tree species. Photo by: Rebecca Johansson & Mikaela Torell.

### **3.3.1. Gestaltningsprogrammet för Nya Kvillebäcken**

Den slutgiltiga utformningen av Nya Kvillebäcken har baserats på ett gestaltningsprogram. Dokumentet innehåller en sammanställning av tankar och idéer från tre olika arkitektbyråer kring utformning för området (Stadsbyggnadskontoret, 2008b:6).

I gestaltningsprogrammet var målet att skapa öppna innergårdar med passagemöjligheter, vilket skulle medföra att både boende och besökare skulle få inblick och kontakt med grönskan på innergårdarna (Stadsbyggnadskontoret, 2008b:11). Vid gestaltning av stadsdelens två pocketparker var målet att skapa gaturum med inslag av träd och andra diverse planteringar (ibid:29). Stora trädrader längs med Gustaf Daléns gatan ansågs kunna bidra till gestaltningens strävan om att gatan skulle bli en karaktäristisk paradgata (ibid:12). Trädplanteringar längs med tvärgator samt pocketparker ansågs vara viktiga för formandet av områdets karaktär (ibid:32).

## **4. Data och metoder**

### ***4.1 Studiedesign***

Inom geografi som en tvärvetenskaplig disciplin ställs ofta forskningsfrågor som kräver en undersökning av flertalet datakällor, med en integrering av både kultur- och naturgeografiska fenomen och processer (Elwood, 2018:100). Denna studie har genomförts genom en blandning av metoder som inkluderar två kvalitativa informantintervjuer, en kvantitativ enkätundersökning och två kvantitativa GIS-analyser varav en värmekartering och en lokalisering av nyplanterade träd. Genom att använda blandade metoder har olika vinklar av forskningsproblemet kunnat undersökas, vilket Elwood (2018:104) förklarar är fördelaktigt för att förklara och redogöra för komplexa processer.

### ***4.2 Informantintervjuer***

#### **4.2.1 Val av intervjupersoner**

Det var av betydelse att komma i kontakt med personer involverade i planeringen av träd i Nya Kvillebäcken, men även personer som har generell kunskap inom planeringsprocessen av träd. Den första informanten som kontaktades var Anna-Karin Sintorn, landskapsarkitekt på Park- och naturförvaltningen. Sintorn medverkade i planeringen av träd i Nya Kvillebäcken och ansågs därmed kunna bidra med information kring planeringsprocessen i området. Den andra informantintervjun genomfördes med Hans Lindqvist, planeringsledare träd på Park- och naturförvaltningen. Lindqvist kontaktades i syfte för att kunna besvara generella frågor kring hur Park- och naturförvaltningen arbetar vid planering av träd. För studien ansågs det vara betydelsefullt att kunna uppge yrkesroller och namn för studiens trovärdighet och därmed informerades informanterna om att intervjuerna inte var anonyma.

#### **4.2.2 Genomförande av informantintervjuer**

Med anledning av Covid-19 kunde fysiska intervjuer inte genomföras, dessa utfördes istället genom ett videosamtal via Zoom. Ljudinspelning ansågs vara viktigt för studiens reliabilitet i syfte för att begränsa slumpmässiga och systematiska fel som kan uppkomma när endast anteckningar samlas in från intervjuerna. Detta kan mer konkret beskrivas som misstolkningar, hörfel och felaktiga anteckningar (Esaiasson et al, 2017:64). Därmed frågades det om tillåtelse för ljudinspelning under samtliga intervjuer. Intervjuguiderna var semi-strukturerat utformade, frågorna var korta och öppna med möjlighet till längre och friare svar. Vid behov användes uppföljningsfrågor och tolkningsfrågor utöver frågorna i



intervjuguiderna. Intervjuerna inleddes med frågor kring informantens yrkesroll i förhållande till studiens ämne. Därefter innehöll intervjuguiderna två respektive tre teman som intervjun syftade till att fokusera på och avslutades med att fråga om informanten hade något ytterligare att tillägga. Intervjun med Sintorn syftade huvudsakligen till att besvara hur träden i Nya Kvillebäcken har lokaliserats och valts ut, därefter ställdes även frågor kring den generella planeringsprocessen av träd. Sintorn fick frågor efter följande två teman: *Generella frågor om planeringsprocessen och träden i Nya Kvillebäcken*. Intervjun med Lindqvist syftade huvudsakligen till att bidra med information kring hur den generella processen ser ut vid lokalisering och val av träd, samt vilka parter som är involverade i de olika delarna av processen. Lindqvist fick även besvara frågor gällande Nya Kvillebäcken, däremot inte på samma detaljnivå som Sintorn. Lindqvist fick frågor baserat på dessa tre teman: *Generella frågor om planeringsprocessen, hållbar stadsplanering och Kvillebäcken*. För att få information kring intervjuguidernas innehåll, se appendix 1 och 2.

#### **4.2.3 Analys av informantintervjuer**

Intervjuerna analyserades genom transkribering, därefter lästes intervjuerna igenom i syfte för att markera de väsentliga delarna av intervjun som behövdes för att kunna besvara frågeställningen. Till sist sammanfattades intervjuerna till en text för att kunna skildra informanternas svar. Vid sammanfattning av intervjuerna var det av betydelse att undvika att informanternas svar omformulerades eller feltolkades. Detta gjordes i syfte för att undvika att informanterna tillskrevs svar som det inte fanns stöd för (Esaiasson et al, 2017:281).

### **4.3 Enkätundersökning**

#### **4.3.1 Urval av respondenter**

Den andra frågeställningen besvarades genom en enkätundersökning. Genom en enkätundersökning kunde respondenternas åsikter kring tillgänglighet till skuggande träd undersökas. Enkäten publicerades i två olika Facebook-grupper vid namn *Nätverket Levande Kville* och *Vad händer i Kville?* för att nå ut till boende och besökare i valda områden inom Kvillebäcken. Med målet att få så många personer som möjligt att delta, gjordes ett strategisk val av dessa två grupper baserat på att de innehöll flest medlemmar. Gruppen *Nätverket Levande Kville* hade 2437 medlemmar och gruppen *Vad händer i Kville?* hade 2151 medlemmar när enkäten publicerades.

### 4.3.2 Genomförande av enkätundersökning

Inom vardera Facebook-grupp var det frivilligt för gruppens medlemmar att delta i enkäten. Den 7/4 publicerades enkäten och 26/4 stängdes den. I samband med att enkäten publicerades, skrevs en kort introduktion på vardera Facebook-grupp som beskrev vad enkäten skulle innehålla samt en kort beskrivning om studien. Det ansågs inte vara nödvändigt att veta namn på respondenterna och därav utlovades det anonymitet. Enkäten bestod av åtta frågor varav sju var strukturerade med fasta svarsalternativ samt en avslutande fråga där svarspersonerna erbjöds att tillägga ytterligare tankar som inte tidigare kommit fram i enkäten. Två av de strukturerade frågorna med fasta svarsalternativ kompletterades med ett öppet svarsalternativ där respondenterna kunde skriva eget alternativ om inget av de föreslagna passade, se appendix 3. Sju av åtta frågor markerades som obligatoriska att svara på. I enkäten infogades även två kartor med syfte att visualisera de valda studieområdena, samt att tydliggöra för svarspersonerna vilka utomhusmiljöer som studien syftade till att undersöka.

### 4.3.3 Analys av enkäter

Respondenternas upplevelser kring tillgängligheten till skuggande träd undersöktes genom en deskriptiv analys. Genom en deskriptiv analys kan förenklade jämförelser och sammanfattningar av data genomföras (Harris & Jarvis, 2014:6-7). Genom att analysera respondenternas svar kunde de mest frekventa svarsalternativen identifieras och jämföras med varandra. Vidare kunde samband mellan olika enkätsvar, beroende på fråga, synliggöras. Boende och besökare i Långängen och Nya Kvillebäcken har i denna studie analyserats som en grupp, oberoende av var personen bor. Detta val baserades på att enkätfrågorna inte krävde att respondenten behövde bo i studieområdet för att ha en uppfattning för hur miljön och distribueringen av träd ser ut, utan istället var det viktigt att alla respondenter hade vistats i området tidigare.

I syfte att förenkla läsbarheten av diagrammen i resultatet, grupperades samtliga svarsalternativ; *helt oenig* och *delvis oenig* grupperades till *oenig*, samt svarsalternativet *helt enig* och *delvis enig* grupperades till *enig*. Resterande svarsalternativ i enkätfrågan *Varken enig eller oenig* samt *ingen åsikt* har inte grupperats i resultatet. Detta gjordes med anledning av att enkäten ansågs ha många liknande svarsalternativ som till fördel kunde slås samman.

## 4.4 GIS: Värmekartering och nyplantering av träd

### 4.4.1 Urban Multi-scale Environmental Predictor

I studien användes Geografiska Informationssystem (GIS), där karteringen utfördes i programvaran *QGIS 3.16 Hannover* med verktyget *Urban Multi-scale Environmental Predictor* (UMEP). I UMEP användes två huvudsakliga verktyg för studien; *SOLWEIG* och *TreePlanter*.

Verktyget *SOLWEIG* räknar ut de spatiala skillnaderna av  $T_{mrt}$  baserat på digitala yt- och höjdmodeller, markanvändning, himmelsfaktor samt wall height och wall aspect. Information om vegetation, Point of Interest (POI), och meteorologisk data kan läggas till för att öka noggrannheten i analysen (Lindberg et al, 2018).

Verktyget *TreePlanter* baseras på en modellering av  $T_{mrt}$  som genomförs via *SOLWEIG*. Den mest optimala lokaliseringen samt antalet nya träd utvärderas genom den kombinerade skuggningseffekten från optimala träd och deras motsvarande minskning av  $T_{mrt}$ . Innan användning av *TreePlanter* är det nödvändigt att definiera ett planteringsområde, där möjliga träd kan placeras ut. Verktyget är förinställt att inte placera ut nya träd inom en radie av trädets krondiameter från byggnader eller träd (Wallenberg, Lindberg & Rayner, 2021).

### 4.4.2 Data

Samtlig data i tabell 2 användes för beräkning av  $T_{mrt}$  i *SOLWEIG*, varav denna modell användes i *TreePlanter*. För alla datasets användes koordinatsystemet EPSG:3007 SWEREF 99 12 00.

**Tabell 2:** Sammanställning av samtliga dataset som har använts för GIS-analyserna i studien. För alla datasets användes koordinatsystemet EPSG:3007 SWEREF 99 12 00.

**Table 2:** Compilation of all datasets that have been used for the GIS analyzes in the study. All datasets used the coordinate system EPSG:3007 SWEREF 99 12 00.

Dataset	Beskrivning	Källa
Digital surface model (DSM) (1x1m)	Raster med mark och byggnader. Anges i meter över havet.	Skapad av Cederbrant, J. (2021)
Digital elevation model (DEM) (1x1m)	Raster med endast markhöjder. Anges i meter över havet.	Skapad av Cederbrant, J. (2021)
Canopy digital surface model (CDSM) (1x1m)	Vegetationsraster. Vegetationshöjder anges i meter över marknivå.	Johansson, S. (2010) uppdaterad av Torell, M., Johansson, R., & Lujic, S. (2021)

Land cover (1x1m)	Sju olika lager som beskriver marktäckning (byggnader, hårdgjord markyta, gräs, barrträd, lövträd, jord och vatten).	Skapad av Cederbrant, J. (2021)
Meteorologisk data	Varm sommardag i Göteborg 01-06-2018 under klockslagen 4:30-22:00.	Meteorologiska data från observationsstationen från Svenska Meteorologiska och Hydrologiska institut (SMHI) i Göteborg och från Göteborgs universitet (GU) meteorologiska station vid institutionen för geovetenskaper (2018-06-01). Stationsnr: 71420
Träd	Vektorpunktfil som visar befintliga träd i Nya Kvillebäcken och Långängen.	Skapad av Wing, C., uppdaterad av Torell, M., Johansson, R., & Lujic, S., (2021)

#### 4.4.3 Datainsamling för CDSM i Nya Kvillebäcken

Eftersom att en CDSM inte fanns tillgänglig för befintliga träd i Nya Kvillebäcken, behövdes den skapas innan SOLWEIG-modelleringen kunde påbörjas. För att skapa en CDSM för studieområdet krävdes information om trädens höjd från mark till toppen av kronan, trädkronans diameter samt höjden på stammen mellan mark och trädkronan. Därmed utfördes fältbesök i Nya Kvillebäcken. För att stärka reliabiliteten av datan användes en trädhöjdmätare med laser, av modellen Nikon Forestry Pro, samt ett måttband för samtliga mätningar.

Vid skapande av ny CDSM för fullvuxna befintliga träd i Nya Kvillebäcken identifierades diverse trädarter i området med hjälp av Sintorn och Lindqvist. Därefter användes Göteborgs Stads (u.å.e) *Trädkatalog* för att ange mått på trädets totala höjd, stam och bredd på trädkrona. Vid val av mått användes maxvärden för angivna träd vilket kan ha medfört att resultatet indikerar på att träden förväntas bli större i framtiden än vad de eventuellt kommer bli.

#### 4.4.4 Analys av värmekartering och nyplantering av träd

##### 4.4.4.1 SOLWEIG

SOLWEIG användes för att beräkna  $T_{mrt}$  i Långängen och Nya Kvillebäcken, och därmed beräkna trädens påverkan på värmestress. Den meteorologiska datan som värmekarteringen baserades på var från en solig och vindstilla dag i juni 2018. Vid analys av den meteorologiska datan användes endast de timmar på dygnet som solen var uppe (04.30-22.00). För att

undersöka hur väl träd skyddar mot värmestress, beräknades  $T_{mrt}$  med och utan träd för att se differensen. Skillnaden mellan befintliga träd och befintliga fullvuxna träd i Nya Kvillebäcken beräknades på samma sätt likt ovan. Till sist gjordes ytterligare en SOLWEIG-modell efter nyplantering av träd genom TreePlanter. Skillnaden i  $T_{mrt}$  visades i differenskartor för respektive område.

För att undersöka graden av fysiologisk stress i Nya Kvillebäcken och Långängen, behövde resultatet av genomsnittlig  $T_{mrt}$  för vardera område konverteras till PET-skalan, se tabell 1. Sambandet mellan PET och  $T_{mrt}$  kan beskrivas genom ekvation 1 (Lee, Holst & Mayer, 2013).

$$PET = 0.581 \cdot T_{mrt} + 8.2 \quad (1)$$

För att undersöka hur PET och därmed graden av fysiologisk stress förändrades mellan olika punkter inom studieområdet valdes tio punkter ut som *Points of Interest* (POI), se figur 7. Varje POI baseras på en människas egenskaper i syfte för att beräkna fysiologisk stress. I denna studie har POI-punkterna baserats på förinställda PET-parametrar i SOLWEIG; ålder (35 år), kön (man), kläder (0,9 clo), aktivitet (80 W), vikt (75 kg) och längd (180 cm). Fem av punkterna baserades på en av enkätfrågorna, där respondenterna själva fick besvara var i studieområdet de uppskattade att vistas under varma dagar. Exempel på detta var Kvillebäcksparken, Tuveparken och grönytor mellan husen i Långängen. Resterande fem punkter valdes baserat på vilka platser i Nya Kvillebäcken och Långängen det kunde tänkas bli varmt respektive svalt, exempelvis på en parkeringsplats respektive under ett träd.



**Figur 7:** Nya Kvillebäcken och Långängen med tillhörande utomhusmiljöer (valda POI-punkter) som inkluderades i en fråga i enkäten, där respondenterna fick besvara var de föredrog att befinna sig under varma dagar med värmestress. Källa: Google Satellit (2015).

**Figure 7:** Nya Kvillebäcken and Långängen with belonging outdoor environments (chosen POI-points) that were included in the survey, where the respondents got to answer where they prefer to be located during warm days with heat stress. Source: Google Satellite (2015).

#### 4.4.4.2 TreePlanter

Verktöget TreePlanter användes för att finna de mest optimala platserna för lokalisering av nya träd i syfte att mildra värmestress. I denna studie valdes det att generera 60 träd, baserat på tidsintervallet 09.00-18.00. Antalet träd och tidsintervall valdes efter områdets storlek samt ett antal tester på hur Treeplanter-verktyget distribuerade x antal träd utefter olika tidsintervall.

När planteringsytor skulle bestämmas i området, exkluderades Kvillebäcksparken då stadsrummet inom Nya Kvillebäcken var av större intresse att undersöka. Vägbanor exkluderades även på grund av att det inte var realistiskt att placera träd där, se figur 8 för planteringsytor i vardera område. TreePlanter föreslog i tidiga tester placering av träd på innergårdar i Nya Kvillebäcken. Därmed kontaktades Sintorn för att fråga vilken art av träd som ansågs få plats på en innergård men samtidigt generera skugga. Hon föreslog diverse typer av trädarten prunus (körsbärsträd) som ansågs bidra med skugga vid placering av trädarten i klungor (A. Sintorn, personlig kommunikation 27 april 2021). Därmed valdes körsbärsträdets egenskaper i form av höjd och bredd på trädkronan vid nyplantering av träd i både Långängen och Nya Kvillebäcken.



**Figur 8:** Planteringsområdet i Långängen respektive Nya Kvillebäcken. Källa: Google Satellite (2015).

**Figure 8:** The planting area in Långängen respectively Nya Kvillebäcken. Source: Google Satellite (2015).



## **4.5 Metoddiskussion**

I denna diskussion kommer styrkor och svagheter med samtliga metoder att lyftas samt problem och felkällor som uppstått under studiens gång.

### **4.5.1 Informantintervjuer**

Esaiasson et al (2017:277) beskriver miljön som intervjun genomförs i som en betydande aspekt för intervjuens resultat. Eftersom att miljön inte gick att påverka kan information ha gått förlorad under de webbaserade intervjuerna. Idealt hade varit att få genomföra fysiska intervjuer på exempelvis informanternas arbetsplats, eller annan miljö som personen i fråga hade känt sig bekvämare i.

För att kunna återge all information om träden i Nya Kvillebäcken, från planering av träden till utförandet av plantering, hade fler intervjuer behövts göras. På grund av svårigheter vad gäller att komma i kontakt med relevanta personer men även låg svarsfrekvens, har endast planeringen av träd i Nya Kvillebäcken kunnat återges i denna studie.

### **4.5.2 Enkätundersökning**

Enligt Esaiasson et al (2017:243) är enkätundersökningar den metod där det är svårast att kontrollera vilka de är som svarar samt hur seriösa svarspersonerna är. Det är därför viktigt att uppmärksamma eventuella bortfall av svarspersoner även för denna studien, då valet att genomföra enkäten via internet kan ha resulterat i bortfall och felmarginaler. Enkäten publicerades på ett webbaserat forum vilket kan ha påverkat att en yngre generation av svarspersoner svarade i högre frekvens, och att tankar och upplevelser kring träden från äldre människor gick förlorad. En nackdel med enkätundersökningar är att dessa kan vara bristfälliga vad gäller hur utförliga svarspersonerna är vid öppna svar (ibid:244). Den publicerade enkäten innehöll två frågor där svarspersonerna erbjöds ett öppet svaralternativ, och risken att många negligerade detta är stor.

En annan aspekt som kan ha påverkat resultatet i enkätundersökningen är årstiden då enkäten publicerades. Enkäten publicerades under mars månad, vilket var precis innan växt- och sommarsäsongen började. Detta kan ha inneburit att respondenter fick svårigheter i att reflektera över hur skuggan från träd upplevs.

### **4.5.3 GIS: Värmekartering och nyplantering av träd**

Flera aspekter försvårade mätningen av träd, vilket i sin tur kan ha påverkat resultatet. Dels

var vissa träd väldigt små storleksmässigt samt hade glesa trädkronor utan blad, vilket gjorde det svårt för trädmätaren att finna en slutpunkt att mäta. Utöver detta hade flertalet träd etableringsstöd vilket gjorde att trädmätaren uppfattade dessa som slutpunkt för laserpulsens. Vid höga träd där mätningen inte kunde genomföras varken med lasermätning eller manuell mätning med måttstock, fick uppskattningar eller jämförelser göras med omgivande miljö.

Val av tidsintervallet för den meteorologiska datan (04.30-22.00) kan ha påverkat resultatet, då detta kan ha lett till att resultatet för  $T_{mrt}$  blev lägre än om endast de varmaste timmarna under dagen hade använts vid analys. Med tanke på att endast en utvald dag valdes, kan generaliserbarheten vara bristfällig. Däremot ansåg den valda dagen vara representativ för väderförhållanden när värmestress kan uppstå.

För att generera ett desto mer jämförbart resultat hade fler POI-punkter kunnat lokaliseras i Långängen, i syfte för att undersöka lika många punkter i vardera område. Viktigt att notera är att de utplacerade POI-punkterna inte kan generalisera den utomhusmiljön de är placerade i, då den exakta placeringen är väldigt känslig för vilken temperatur som uppmäts. Därav kan PET-värdena vara missvisande för valda POI punkter. Trots att valda POI punkter inte kan generaliseras var det av intresse att placera ut POI för att se om PET skulle komma till att förändras när nyplanterade träd togs med i beräkning.

Med tanke på att studiens avgränsning baserades på en tidigare kartering, innebar detta skillnader i area och egenskaper för de två områdena. Eftersom att Nya Kvillebäcken inkluderade en större park och därmed större andel grönytor och träd än Långängen, kan resultatet för enkätundersökningen och GIS-analyserna till viss del vara missledande.

## 5. Resultat

I följande kapitel presenteras resultatet av informantintervjuerna, enkätundersökningen samt GIS-analyserna för hur befintliga träd påverkar värmestress samt hur nya träd har placerats i syfte att minska värmestress i Nya Kvillebäcken och Långängen.

### *5.1 Informantintervjuer: planering av träd och lokalisering*

#### **5.1.1 Planering av träd i Nya Kvillebäcken**

Sintorn, landskapsarkitekt på Park- och naturförvaltningen, har varit med under hela planeringsprocessen för Nya Kvillebäcken. Sintorn förklarade att planeringen av Nya Kvillebäcken skedde genom en detaljprojektering för området. Därefter redovisade de sju exploatörerna tillsammans med arkitekter hur deras byggnader skulle se ut, detta innebar flertalet gestaltningsmöten vilket Sintorn var delaktig i. Under dessa gestaltningsmöten redogjorde Sintorn för vilka träd som skulle placeras på allmän plats i Nya Kvillebäcken. Gestaltningsprogrammet utformades av en konsultfirma, vilket innebar att Park- och naturförvaltningen inte medverkade i att utforma gatusektionen, utan snarare säkerställde att det fanns plats för träd i dessa gaturum. Sintorn förklarade att gestaltningsprogrammet inte följdes till fullo. Ett exempel på detta är att enligt gestaltningsprogrammet skulle underlaget som träden står på vara grus, däremot var detta en idé som exploatörerna inte tyckte om. Därmed ändrades detta till att det skulle vara planteringar i form av perenner under träden istället för föreslaget underlag i gestaltningsprogrammet. Perenner valdes istället för exempelvis gräs på grund av att perenner kräver mindre underhållning berättade Sintorn.

De södra delarna av alla tvärgator skuggas av byggnader, därmed lokaliserades träden i de nordliga delarna av gatorna. Sintorn förklarade att detta gjordes med anledning av det skulle underlätta tillväxten av träden samt att träden i sig skulle kunna generera skugga och kylande effekt under varma dagar. Utöver att befintlig skuggning från byggnader togs i beaktning vid lokalisering, var Räddningstjänstens möjlighet att ta sig fram i området en faktor som behövde tas i åtanke vid lokalisering av träd. Detta var även en faktor som påverkade mängden träd, exempel på ett område som påverkats av detta är Tuveparken. Där menade Sintorn att man egentligen hade velat ha fler träd men på grund av att det skulle finnas uppställningsplats för brandbil var man tvungen att istället skapa hårdgjorda ytor. Vid beslut kring trädart vägdes flertalet faktorer in, såsom bredden på gatorna och avstånd till fastigheter. Diametern på trädkronan begränsades till 8 meter på tvärgatorna vilket innebar att större trädarter fick uteslutas, såsom ek och lind. Därmed ansågs lönn vara en optimal trädart.

Olika typer av lönn valdes ut för att skapa olika teman på gatorna. På Gustaf Daléngsgatan menar Sintorn att mängden träd är generös i förhållande till andra gator i området. Sintorn berättade att man på denna gata har följt

gestaltungsprogrammet och därefter fyllt dessa platser för träd med diverse trädarter. Bland annat valde man att plantera lind som i framtiden förväntas bli mycket stora. När Sintorn fick reflektera kring vilket träd som generellt hade passat bäst för att generera mest skugga i Nya Kvillebäcken, svarade hon att lind hade varit bäst.

Sintorn förklarade att inhägnaden som majoriteten av träden omges av på tvärgatorna är påkörningsskydd, se figur 9. Dessa finns med anledning av att varken bilar eller människor ska kunna köra eller gå rakt in i växtbäddarna, vilket perennerna inte skulle klara av. Eftersom att träden är väldigt små just nu har träden även etableringsstöd vilket tas bort när träden blir större förklarade Sintorn.

Det framkom att påkörningsskydd hade placerats i en av pocketparkerna, vilket Sintorn påpekade var

felaktigt. Anledningen till varför träden står i en upphöjnad i pocketparkerna beror delvis på att det skulle bli en nivåskillnad mellan gata och träd, men även för att det skulle bli mer volym till träd och växter. Träden var i behov av mer volym på grund av att man annars hade haft för lite jord till träden, detta beror på att det finns flertalet bilgarage under marken i Nya Kvillebäcken berättade Sintorn. En annan anledning till upphöjningen är att dessa även fungerar som sittplatser, vilket innebär att man slipper ha bänkar överallt förklarade Sintorn.

Vid diskussion kring eventuella styrkor och svagheter med placering av träd i Nya Kvillebäcken menade Sintorn att optimal lokalisering också beror på vem man frågar. Om syftet enbart är att generera skugga står träden förmodligen inte helt rätt förklarade Sintorn. Det finns mycket forskning på vilka träd som klarar luftföroreningar och ett hårt klimat, däremot har dessa träd inte en jättevolum av grönska, de tenderar att ha lite mindre blad förklarade Sintorn. Att genomföra klimatstudier i ett område innebär enorma kostnader



**Figur 9:** Trädplantering i en av pocketparkerna. Under träden har ett påkörningsskydd placerats. Foto av: Rebecca Johansson & Mikaela Torell.

**Figure 9:** Tree plantation in one of the pocketparks. A crash protection has been placed under the tree. Photo by: Rebecca Johansson & Mikaela Torell.

berättade Sintorn, hon hade önskat att man hade kunnat ha en laborativ process där man hade kunnat testa var de bästa områdena är för placering av träd.

*Istället får ju vi landskapsarkitekter försöka liksom tänka in, vad kan växterna göra för värde i det här området, inte bara gestaltningsmässigt utan funktionsmässigt också. Så vi, jag tycker att vi gör det i vår gestaltning, men man kan liksom inte se det som en exempelvis bullerkarta där man kan få olika färger beroende på hur mycket buller det är. Det hade man ju önskat att man visa det också, (A.Sintorn, personlig kommunikation 8:e april 2021).*

### **5.1.2 Planering av träd i Göteborgs Stad**

Genom en intervju med Lindqvist, planeringsledare för träd, på Park- och naturförvaltningen påvisades det att det finns en mängd olika faktorer som påverkar val av arter och lokalisering av träd vid etablering. Vid planering av träd förhåller sig Park- och naturförvaltningen till ett antal dokument, där bland annat Grönstrategi och Trädpolicy ingår. Vad gäller trädplanteringar inom nya detaljplaner är det alltid Park- och naturförvaltningen som har det sista ordet när det kommer till artvalet, berättade Lindqvist. Trots att förvaltningen har det sista ordet vid artval, är det mycket som sker innan placeringen väljs ut. Det existerar en hel del målkonflikter som försvårar arbetet med placering av träd. Inom stadsutveckling arbetar många aktörer som ska samspela och få sina viljor igenom. Lindqvist förklarade att Park- och naturförvaltningen är en relativt ung förvaltning, och besitter exempelvis endast en tiondel av Trafikkontorets budget. *“Vi är inte i närheten av att ha den pondus och den makten som Trafikkontoret har”*, (H. Lindqvist personlig kommunikation 14 april 2021). Lindqvist tillade att Park- och naturförvaltningen börjar få genomslag från bland annat Stadsbyggnadskontoret och Fastighetskontoret, men att det fortfarande går långsamt när det kommer till Trafikkontoret. Under intervjun framkom det att det är vanligt att det uppstår ett glapp mellan gestaltning och utförande. Lindqvist förklarade att det har skett missar förr då detaljprojekteringen har sett bra ut, men att resultatet sedan inte efterliknat detta.

Generellt är trädbeståndet i Göteborg dåligt fördelat vad kommer till artsammansättningen, och det är viktigt att försöka differentiera artkatalogen, förklarade Lindqvist. I dagsläget består artsammansättningen av ca 40-45 % lind och därmed försöker Park- och naturförvaltningen att vidga detta och plantera nya arter, tillägger Lindqvist. När det kommer till val av art är det också av stor vikt att inte plantera större mängder av träd av ett släkte med

samma hybrid, då detta kan slå ut större delen av trädbeståndet om denna trädart skulle få en sjukdom.

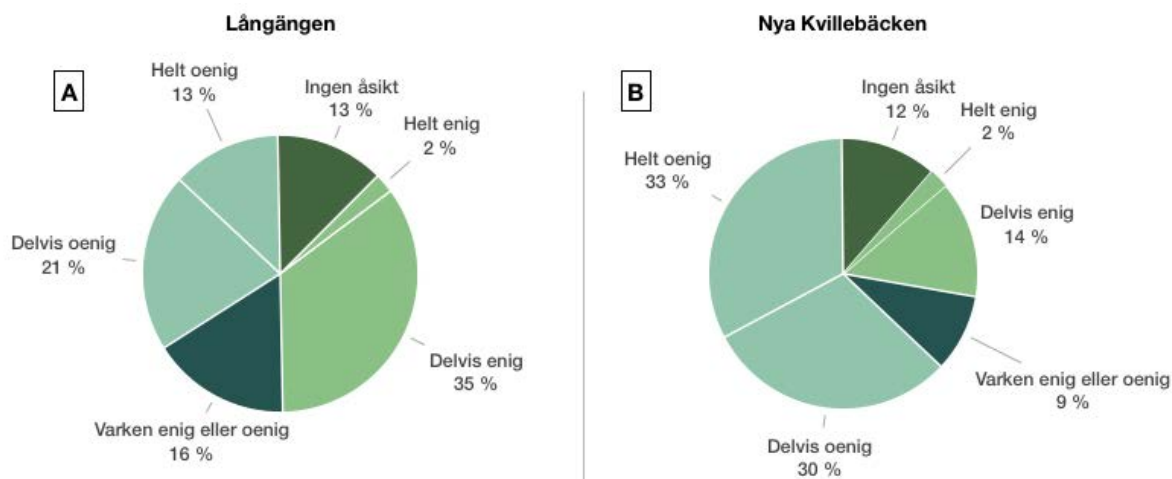
Lindqvist berättade att en faktor som har en stor påverkan vid val av träds lokalisering är utrymmet, både ovan och under marken. Detta är en stor utmaning då rotzonen samt växtbädden där trädet ska vara placerat kräver en viss bredd och kubikmeter för att möjliggöra en tillväxt för trädet. Det framkom under intervjun med Lindqvist att det är trångt under jorden eftersom att alla rör och ledningar för exempelvis fjärrvärme, dagvatten och el tar stor plats, samt att då även rotzonerna för träden ska få plats. När det kommer till bestämmelser ovan mark är placeringen av träd inte det första som bestäms. Först ska bland annat gångbanor, cykelbanor och körbanor placeras vilket påverkar var det finns utrymme för träden. Storleken på träden och hur dessa kommer att växa till sig, är även en faktor som måste beaktas vid lokalisering. Lindqvist berättade att det kan bli stora driftkostnader om exempelvis stora träd placeras för nära en fasad, och att dessa träd då ofta behöver klippas. Enligt Lindqvist är ett föränderligt klimat något som behöver tas i beaktning när träd planeras. Han berättade att det har skett en nederbördsökning i Göteborg, samt en temperaturökning vilket har lett till en tidigare vegetationsstart. Lindqvist förklarade att detta påverkar val av art eftersom att alla arter inte klarar av samma klimat. Park- och naturförvaltningen är i framkanten vad gäller hantering av en ökad nederbörd, förklarade Lindqvist. Däremot menar han att förvaltningen inte har kommit långt vad gäller värmestress. Han förklarade att medvetenheten finns och att det dessutom är inskrivet i Park- och naturförvaltningens dokument att de ska skapa en robust och hållbar stad. Staden ska klara av de förändringar som sker klimatomåttligt, såväl som värmeböljor och nederbörd, tillade Lindqvist. Enligt Lindqvist verkar det inte som att många har tankar kring värmestress, trots den varma sommaren år 2018. Han hoppas på att den gröna strukturen ska få en omsvängning och hamna högt upp på listan när detaljplaner görs. I många fall är det byggnationer som prioriteras vilket innebär att många grönområden tas bort, avslutade Lindqvist.

## ***5.2 Enkätundersökning - tillgängligheten till skuggande träd***

Respondenternas upplevelser kring tillgängligheten till nyttjande av skugga under träd under varma dagar med värmestress i Långängen och Nya Kvillebäcken sammanställdes i figur 10. Totalt inkom 86 stycken svar. För Långängen upplevde 37% av respondenterna att de var eniga om att det är lätt att hitta skugga under träd i området. Resultatet för Nya Kvillebäcken visade istället att det endast var 16% av respondenterna som var eniga om att det är lätt att



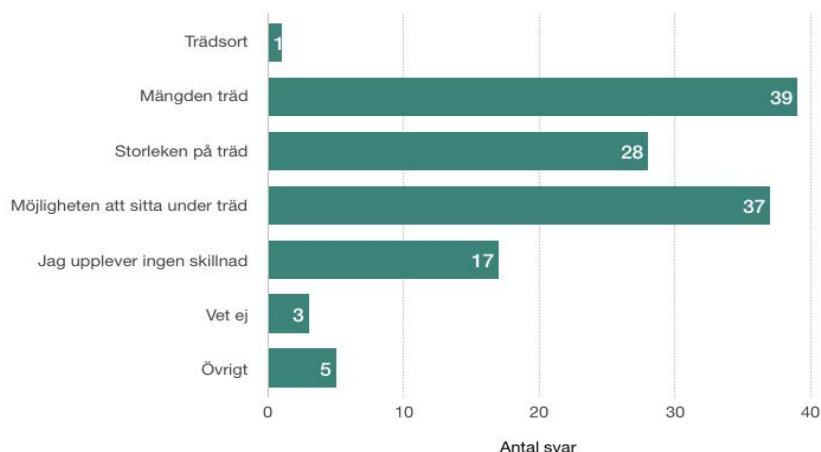
hitta skuggande träd i Nya Kvillebäcken. Detta innebar att fler respondenter upplevde att tillgängligheten till skuggande träd var sämre i Nya Kvillebäcken i jämförelse med Långängen. En respondent (A) beskrev att träden i Långängen är mer jämnt utspridda i området i jämförelse med Nya Kvillebäcken.



**Figur 10:** Hur respondenterna (86) ställde sig till påståendet: “Under soliga och varma dagar med värmestress upplever jag att det är lätt att hitta träd att söka skugga under (t.ex parker samt längs med bostäder/gångvägar) i” Långängen (10a) respektive Nya Kvillebäcken (10b). Svarsalternativen “helt oenig” och “delvis oenig” har grupperats till “oenig”, samt “helt enig” och “delvis enig” har grupperats till “enig” i resultatet.

**Figure 10:** How the respondents (86) regarded the statement: “During sunny and warm days with heat stress, I experience that it is easy to find trees to seek shade under (e.g. parks and along homes/walkways) in” Långängen (10a) resp. Nya Kvillebäcken (10b). The answer options “helt oenig” and “delvis oenig” have been rounded to “oenig”, as well as “helt enig” and “delvis enig” have been rounded to “enig” in the results.

När respondenterna själva fick uttrycka sin uppfattning om hur tillgänglighet till skuggande träd skilde sig i Nya Kvillebäcken i jämförelse med Långängen, svarade majoriteten av respondenterna att mängden träd, storleken på träd samt möjligheten att sitta under trädet (på ex bänkar eller gräsmattor) var det som skilde områdena mest åt. Bland de 62 personer som uttryckte minst en av dessa tre påståenden i sin enkät, upplevde drygt hälften (37 personer) att Långängen hade bättre tillgänglighet till skuggande träd i jämförelse med Nya Kvillebäcken. Detta resultat baserades på en jämförelse mellan enskilda svar från sammanställningen som visas i figur 10 och figur 11. En respondent (B), som brukade vistas i båda områdena, uttryckte att träden i Kvillebäcksparken var glesa, samt att bänkarna i området var placerade utan möjlighet till sväljande skugga. En annan respondent (C) som ansåg att Nya Kvillebäcken hade sämre tillgänglighet till skuggande träd uppmärksammade istället husens skugga; “I nya kville är det ju skugga överallt från husen ändå. Och iom att jag bor nära så går jag väl hem om det är för varmt ute”.



**Figur 11:** Respondenternas (86) svar till påståendet: “OM du upplever en skillnad på tillgänglighet till skuggande träd i Nya Kvillebäcken i jämförelse med Långängen, vad är det som skiljer sig åt i områdena?”. Påståendet i enkätfrågan tillät flera svarsalternativ.

**Figure 11:** The respondents (86) answers regarding the statement: "IF you experience a difference in accessibility to shady trees in Nya Kvillebäcken in comparison with Långängen, what is it that differs in the areas?". The statement in the questionnaire question allowed for several answer options.

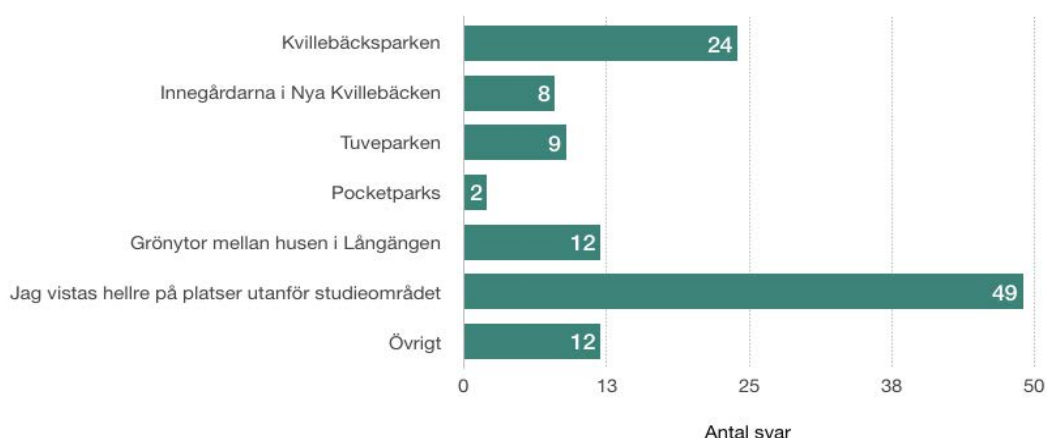
I den sista enkätfrågan fick respondenterna själva besvara var i området de uppskattar att vistas under soliga och varma dagar med värmestress. I samband med frågan visades en karta, se figur 12. Resultatet påvisade att cirka hälften av respondenterna helst vistas utanför området under soliga och varma dagar, se figur 13. Av alla platser inom studieområdet utgjorde Kvillebäcksparken en klar majoritet av svaren. En respondent (D) uttryckte att pocketparkerna knappt hade några träd alls, och en annan (E) önskade fler träd i båda områdena och mindre parkering.



**Figur 12:** I samband med enkätfråga 7, se appendix sida 57, fick respondenterna kartan över sex tänkbara platser respondenten kan vistas på i Långängen respektive Nya Kvillebäcken.

**Figure 12:** In connection with questionnaire question 7, see appendix page 57, the respondents received the map

of six possible places respondents can stay in Långängen and Nya Kvillebäcken, respectively.



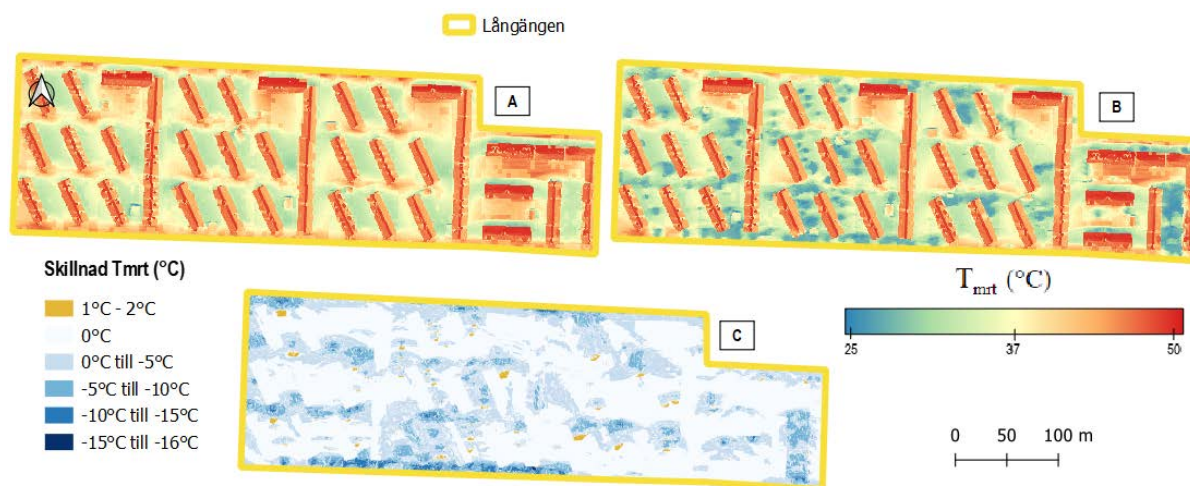
**Figur 13:** Hur respondenterna (86) ställde sig till påståendet: "Under soliga och varma dagar med värmestress uppskattar jag att vistas i följande områden i Långängen och Nya Kvillebäcken". Påståendet i enkätfrågan tillät flera samt "övriga" svarsalternativ.

**Figure 13:** How the respondents (86) regarded the statement: "During sunny and warm days with heat stress, I appreciate staying in the following areas in Långängen and Nya Kvillebäcken". The statement in the questionnaire question allowed for several and "other" answer options.

### 5.3 GIS: Värmekartering och nyplantering av träd

#### 5.3.1 Långängen

Figur 14a visar hur  $T_{mrt}$  hade varierat i Långängen om befintliga träd inte hade funnits. Hur  $T_{mrt}$  varierar, baserat på befintliga träd, visualiseras i figur 14b. Figur 14c visar att träden bidrog till en markant minskning av ytor med hög  $T_{mrt}$  då de framträdde som flertalet svala områden i kartan. Minskningen av  $T_{mrt}$  varierade mellan 1-16 grader °C där områden med starkast mörkblå färg visade på den största temperatursänkningen. Temperatursänkning med 10-15 °C visas främst i den södra delen av området. Den största förändringen i området skedde inom intervallen 0-5 °C, dessa platser centrerades vid grönytor och träd i området. Skillnaden i  $T_{mrt}$  innebar främst svalare temperaturer men även fåtalet ökningar av varmare temperaturer. Dessa fåtal platser ökade det som mest med 1-2 °C, och visualiseras som gula ytor i kartan.



**Figur 14:** Förändringen av  $T_{mrt}$  (°C) i Långängen mellan ett marklager utan träd (14a), respektive ett marklager som inkluderar träd (14b). 14c visar skillnaden i  $T_{mrt}$  mellan 17a och 17b, som beskrivs i intervallen -16 till 2 °C. Tidsintervallet som analyserats är mellan klockan 04:30-22:00.

**Figure 14:** The change of  $T_{mrt}$  (°C) in Långängen between a land cover layer without trees (14a), and a land cover layer that includes trees (14b), respectively. 14c shows the difference in  $T_{mrt}$  between maps 14a and 14b, which are described in the ranges -16 to 2 °C. The time interval that has been analyzed is between 04:30-22:00.

Genom att undersöka POI-punkterna i Långängen kunde platser med olika grader av fysiologisk stress identifieras, se tabell 3. Temperaturer som indikerade *Hög/Måttlig värmestress* i Långängen uppmättes i samtliga POI-punkter. De högsta PET-värdena uppmättes på en punkt med hårdgjorda ytor, utan tillgång på skugga, på Smörbollsgatan. Där indikerade PET att *Hög/Måttlig värmestress* förekom mellan klockan 09.00-16.00 under dagen. Höga temperaturer förekom även på en punkt placerad på en gräsmatta, utan tillgång till skugga, vid Tjärnblomsgatan. Där uppmättes *Hög/Måttlig värmestress* mellan 09.00-18.00. De svalaste temperaturerna uppmättes på en punkt vid ett träd, med tillgång till skugga, på Vårlöksgatan. Resultatet av de tre POI-punkterna påvisade därmed att träd gav en nedkylande effekt.

**Tabell 3:** PET-värden för valda POI-punkterna i Långängen med befintliga träd.

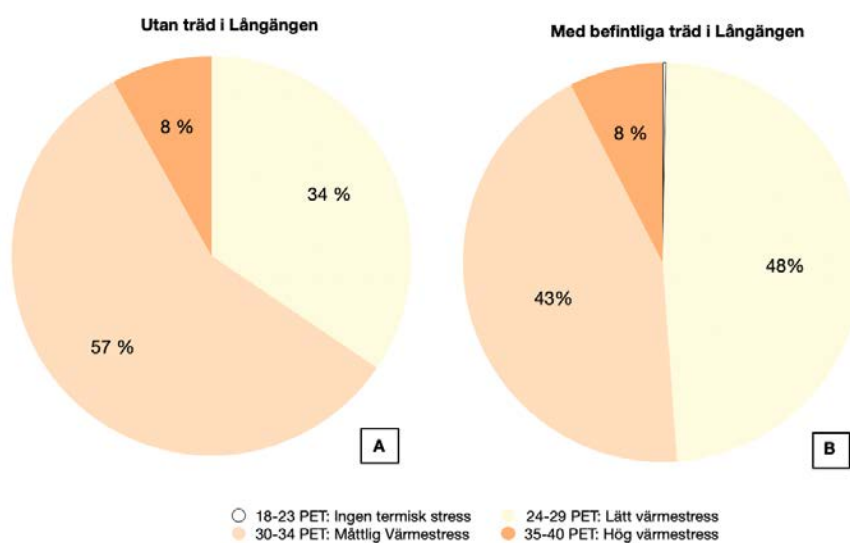
**Table 3:** PET-values for the selected POIs in Långängen with existing trees.

Långängen - befintliga träd																		
Tid	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00
Smörbollsgatan	13	15	16	19	35	36	38	39	37	36	37	36	25	23	21	19	18	16
Vårlöksgatan	13	15	24	19	34	35	36	37	35	33	25	25	24	23	21	19	18	16
Tjärnblomsgatan	12	14	16	18	33	34	35	36	35	33	35	34	33	32	29	19	17	16

PET

13-17: Lätt kyla	24-29: Lätt värmestress	35-40: Hög värmestress
18-23: Ingen termisk stress	30-34: Måttlig värmestress	

Temperatursänkningen av  $T_{mrt}$  innebar därmed lägre PET-värden generellt för hela Långängen, dessa värden sammanställdes i figur 15. Områden med *Måttlig värmestress* minskade totalt med 14 procentenheter efter att träd adderades i beräkning av värmestress i området. Dessa områden övergick istället till PET-värden som indikerar *Lätt värmestress*, vilket utgjorde 48% av den totala ytan i Långängen med befintliga träd. Ökningen av ytor utan termisk stress var minimal och innebar en ökning med ett fåtal decimaler.



**Figur 15:** PET-värden i området för Långängen utan träd (15a) och med befintliga träd (15b).

**Figure 15:** PET-values in the area of Långängen without trees (15a) and existing trees (15b).

Enligt resultatet från Treeplanter ansågs de mest optimala områdena för placering av nya träd vara längs med flerbostadshusen som sträcker sig från de södra delarna av studieområdet till de norra delarna, se figur 16.

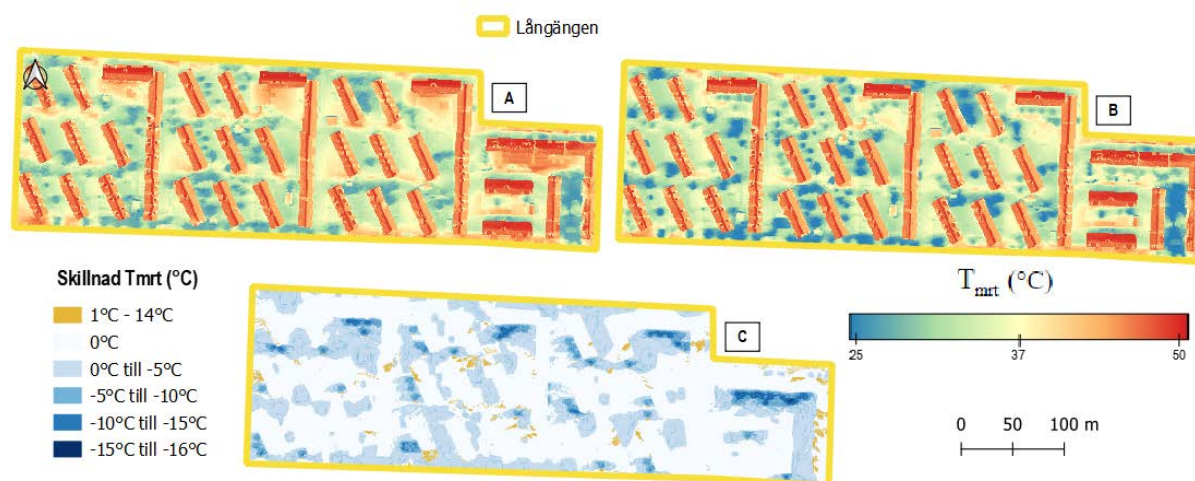




**Figur 16:** Befintliga träd, nyplanterade träd och valda POI-punkter i Långängen. Källa: Lantmäteriet (2020).

**Figure 16:** The map shows existing trees, planted trees and selected POIs in Långängen. Source: Lantmäteriet (2020).

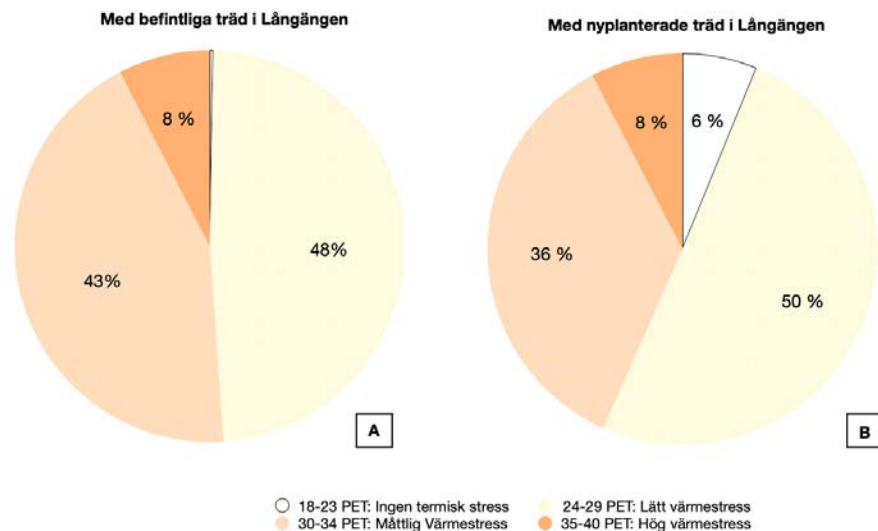
Träden tenderade att placeras i klungor av varierande storlek. Placering av nyplanterade träd innebar inte en förändring av PET-värden för POI-punkterna i Långängen, emellertid innebar det generellt lägre  $T_{mrt}$ . I figur 17 visas fördelningen av  $T_{mrt}$  efter nyplantering av träd. I figur 17c visualiseras även skillnaden av  $T_{mrt}$  mellan dagens befintliga träd respektive efter nyplantering av träd genom Treeplanter. Skillnaden i  $T_{mrt}$  visar lägre temperaturer efter nyplantering av träd, främst i de norra delarna av studieområdet längs med byggnadsfasader och parkeringar. Detta innebar en generell minskning på 10-15  $T_{mrt}$  °C. Det blev även en temperaturökning mellan 1-14  $T_{mrt}$  °C främst i de centrala delarna av studieområdet. Genom kartan framkom det att de ytor med lägre  $T_{mrt}$  ökade på de platser där nya träd hade lokaliserats.



**Figur 17:** Förändringen av  $T_{mrt}$  (°C) i Långängen efter att nya träd har planterats. 17a visar befintliga träd. 17b visar befintliga och nyplanterade träd. 17c visar skillnaden i  $T_{mrt}$  mellan 17a och 17b.

**Figure 17:** The change of  $T_{mrt}$  (°C) in Långängen after new trees have been planted. 17a shows existing trees. 17b shows existing and newly planted trees. 17c shows the difference in  $T_{mrt}$  between 17a and 17b.

Genererade träd i Treeplanter innebar att områden i Långängen med PET-indikatorn *Måttlig värmestress* minskade med 7 procentenheter, se figur 18. Detta medförde att områden med *Ingen termisk stress* ökade med 6 procentenheter samt att områden med “*Lätt värmestress*” ökade med 2 procentenhet. Resultatet indikerade att de genererade träden bidrog till lägre  $T_{mrt}$  för området.



**Figur 18:** PET-värden i området för Långängen med befintliga träd (A) och med befintliga inklusive nyplanterade träd (B).

**Figure 18:** PET values in the area of Långängen with existing trees (A) and with existing including newly planted trees (B).

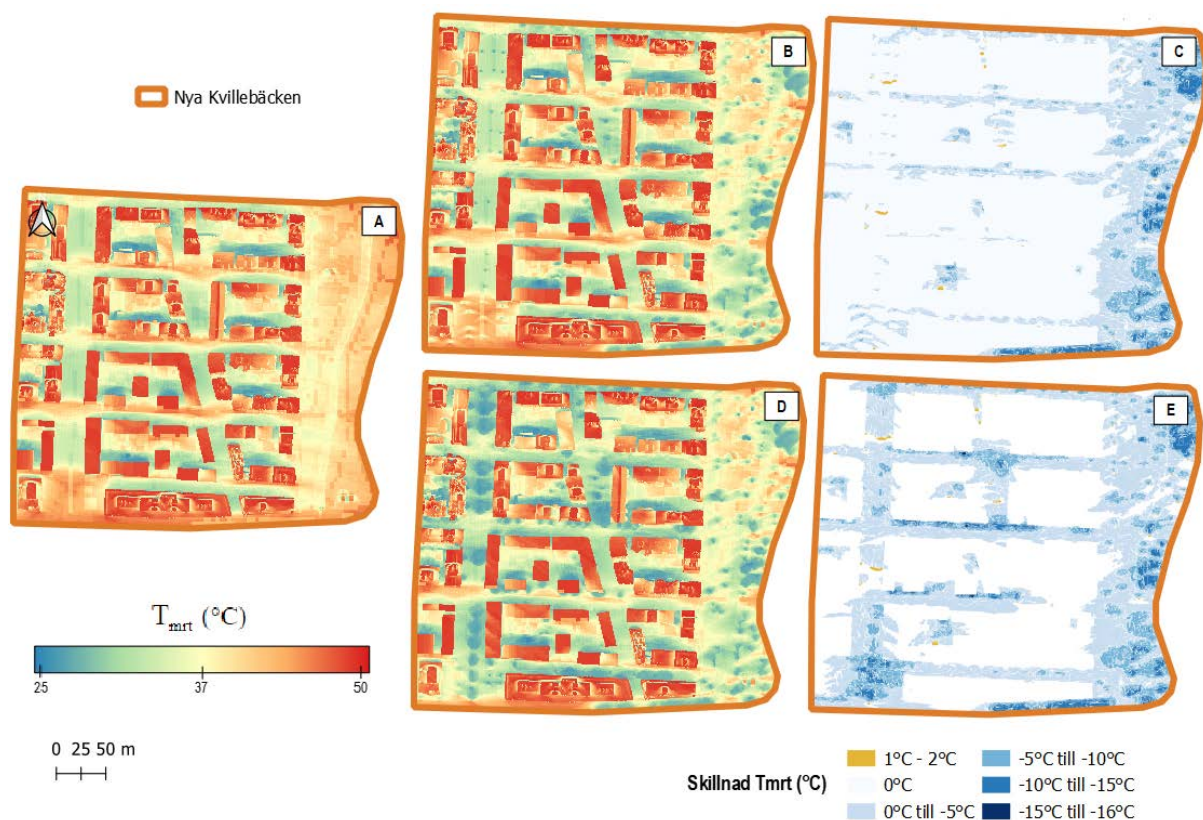
### 5.3.2 Nya Kvillebäcken

Figur 19a visar hur  $T_{mrt}$  hade varierat i Nya Kvillebäcken om befintliga träd inte hade funnits. Hur  $T_{mrt}$  varierar, baserat på befintliga träd, visas i figur 19b. Figur 19c visade att träden bidrog till en markant minskning av ytor med högt  $T_{mrt}$ . Träden framträdde som flertalet svala områden som uppvisade blå färg i kartan. Den totala minskningen av  $T_{mrt}$  varierade mellan 1-16 grader °C. Minskningar i temperatur var som störst i Kvillebäcksparken, där majoriteten av minskningen utgjordes av temperaturer mellan 0-5 °C , men även upp till 15 °C. Även ökad  $T_{mrt}$  på vissa platser identifierades, och på dessa platser ökade det med 1-2 °C.

Genom att undersöka POI-punkterna i Nya Kvillebäcken kunde platser med olika grader av fysiologisk stress identifieras, se tabell 4. Temperaturer som indikerade *Hög/Måttlig värmestress* i Nya Kvillebäcken uppmättes i sex av sju POI-punkter. De varmaste temperaturerna uppmättes främst i en av pocketparkerna, innehållande ett mindre träd och

hårdgjorda ytor. PET-värdena i “Pocketparken” indikerade att *Hög/Måttlig värmestress* förekom mellan klockan 09.00-17.00. De lägsta genomsnittliga temperaturerna uppmättes på en punkt under ett träd i “Kvillebäcksparken”, där PET istället visade att *Lätt värmestress* förekom mellan klockan 10.00-17.00. Resultatet från de sju POI-punkterna i Nya Kvillebäcken påvisade att skuggande träd gav en nedkylningseffekt. Punkten längs en tvärgata, med tillgång till skugga från husen, på Solventilsgatan uppmätte i genomsnitt *Lätt värmestress* mellan klockan 07.00-18.00. När ingen skugga fanns, det vill säga klockan 08.00 och 18.00, visade temperaturen *Måttlig värmestress* istället. Skugga från hus uppvisade därmed också en god effekt att minimera effekten av värmestress.

I figur 19d visas resultatet för hur  $T_{mrt}$  varierade efter att träden är fullvuxna. Genom figur 19e, kunde tydliga minskningar av ytor med högt  $T_{mrt}$  observeras i området, där främst Tuveparken samt Gustaf Daléngsgatan utmärkte sig. I dessa områden minskade  $T_{mrt}$  framförallt med 5-15°C.



**Figur 19:** Förändringen av  $T_{mrt}$  (°C) i Nya Kvillebäcken mellan ett marklager utan träd (19a), respektive ett marklager som inkluderar befintliga träd (B). 19c visar skillnaden i  $T_{mrt}$  mellan 19a och 19b, som beskrivs i intervallen -16 till 2 °C. 19d visar fullvuxna träd. 19e visar skillnaden i  $T_{mrt}$  mellan 19a och 19d. Tidsintervallet som analyserats är kl: 04:30-22:00.

**Figure 19:** The change of  $T_{mrt}$  (°C) in Nya Kvillebäcken between a land cover layer without trees (19a), and a land cover layer that includes current trees (19b). 19c shows the difference in  $T_{mrt}$  between 19a and 19b, which



are described in the ranges -16 to 2 ° C. 19d shows mature trees. Map 19e shows the difference in  $T_{mrt}$  between 19a and 19d. The time interval is between 04:30-22:00.

**Tabell 4:** PET-värden för valda POI-punkterna i Nya Kvillebäcken med befintliga träd.

**Table 4:** PET-values for the selected POIs in Nya Kvillebäcken with existing trees.

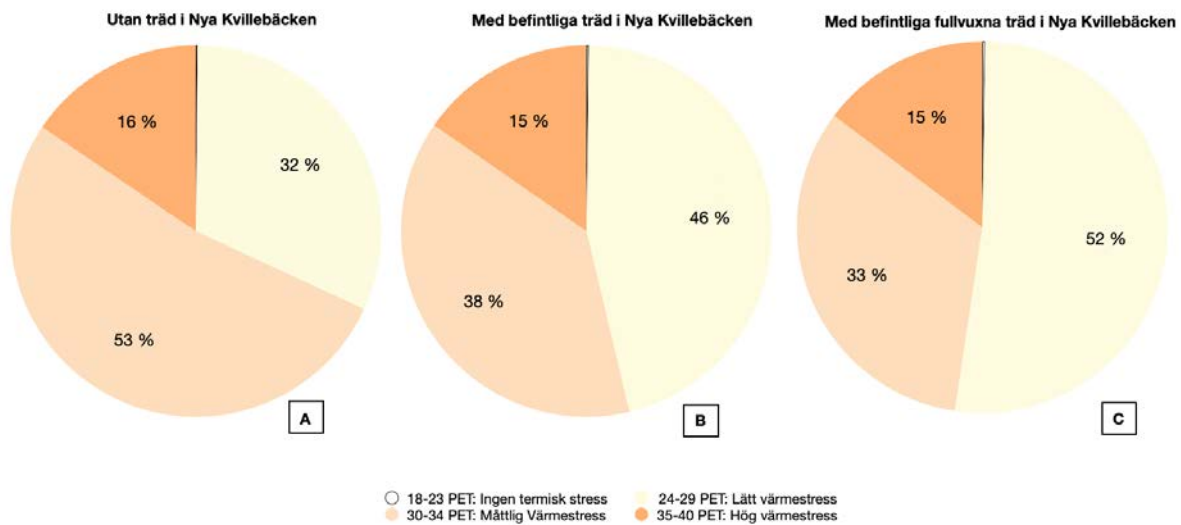
Nya Kvillebäcken med befintliga träd							
Tid	Kvillebäcks-parken under träd	Kvillebäcks-parken på gräsmatta	Gamla Tuvevägen	Tuveparken	Innergård	Pocketpark	Solventils-gatan
05.00	14	16	13	13	13	13	13
06.00	16	20	15	15	15	15	15
07.00	17	24	16	16	24	16	25
08.00	20	28	19	19	29	19	30
09.00	23	33	23	22	23	34	24
10.00	25	35	25	24	25	36	25
11.00	26	35	26	36	36	38	26
12.00	27	36	40	37	37	39	27
13.00	26	34	38	35	36	38	26
14.00	25	33	36	25	34	36	25
15.00	25	33	26	25	35	37	25
16.00	25	24	25	24	25	36	25
17.00	25	23	24	24	24	35	25
18.00	23	31	23	23	23	24	34
19.00	22	20	21	21	21	21	22
20.00	21	19	20	20	20	20	20
21.00	20	17	19	18	18	18	19
22.00	19	16	17	17	17	17	17

**PET**

13-17: Lätt kyla	24-29: Lätt värmestress	35-40: Hög värmestress
18-23: Ingen termisk stress	30-34: Måttlig värmestress	

Temperatursänkningen av  $T_{mrt}$  i Nya Kvillebäcken innebar därmed lägre PET-värden, dessa värden sammanställdes i figur 20. Områden med *Hög/Måttlig värmestress* minskade totalt med 16 procentenheter efter att träd adderades i beräkning av värmestress i området. Dessa områden övergick istället till PET-värden som indikerar *Lätt värmestress*, vilket utgjorde 46% av den totala ytan i Nya Kvillebäcken med befintliga träd. Ökningen av ytor utan termisk stress var minimal och innebar en ökning på ett fåtal decimaler.



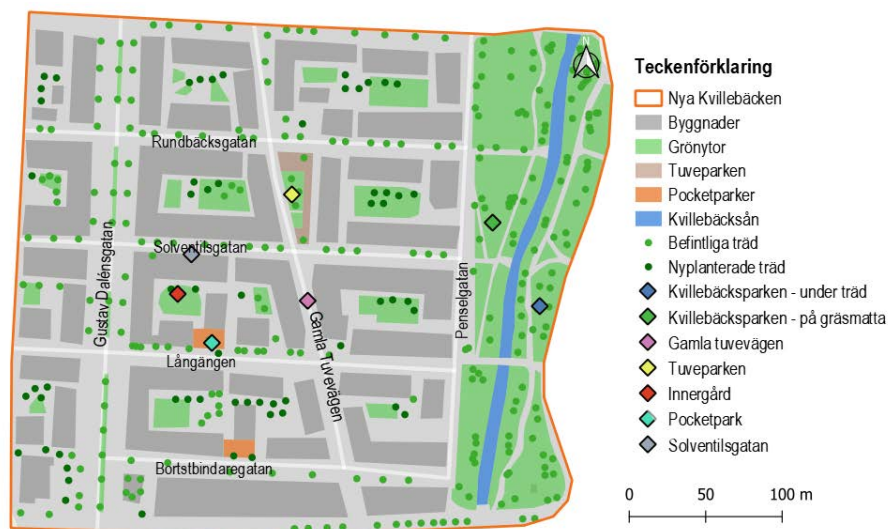
**Figur 20:** PET-värden i området för Långängen utan träd (20a) och med befintliga träd (20b) och befintliga fullvuxna träd (20c).

**Figure 20:** PET-values in the area of Långängen without trees (20a) and existing trees (20b) and existing full-grown trees (20c).

Resultatet från Treeplanter innebär att majoriteten av träden som framställdes i Nya Kvilebäcken placerades på innergårdar, se figur 21. Ett antal träd lokaliserades även vid saluhallen som finns i det sydvästra hörnet av studieområdet och vid pocketparkerna. De nyplanterade träden i Nya Kvilebäcken tenderade att placeras i klungor av varierande storlek.

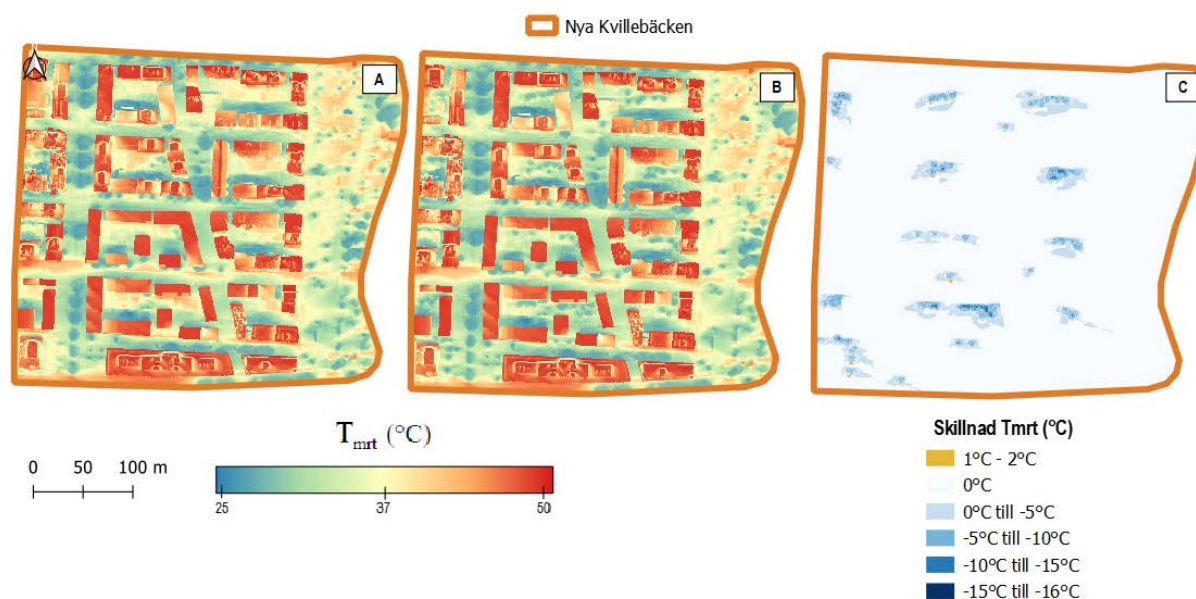
**Figur 21:** Befintliga träd, nyplanterade träd och valda POI-punkter i Nya Kvilebäcken. Källa: Lantmäteriet (2020).

**Figure 21:** Existing trees, planted trees and selected POIs in Nya Kvilebäcken. Source: Lantmäteriet (2020).



$T_{mrt}$  för fullvuxna befintliga träd presenteras i figur 22a och  $T_{mrt}$  för fullvuxna träd samt träd genererade i TreePlanter presenteras i figur 22b. Differensen mellan  $T_{mrt}$  för befintliga

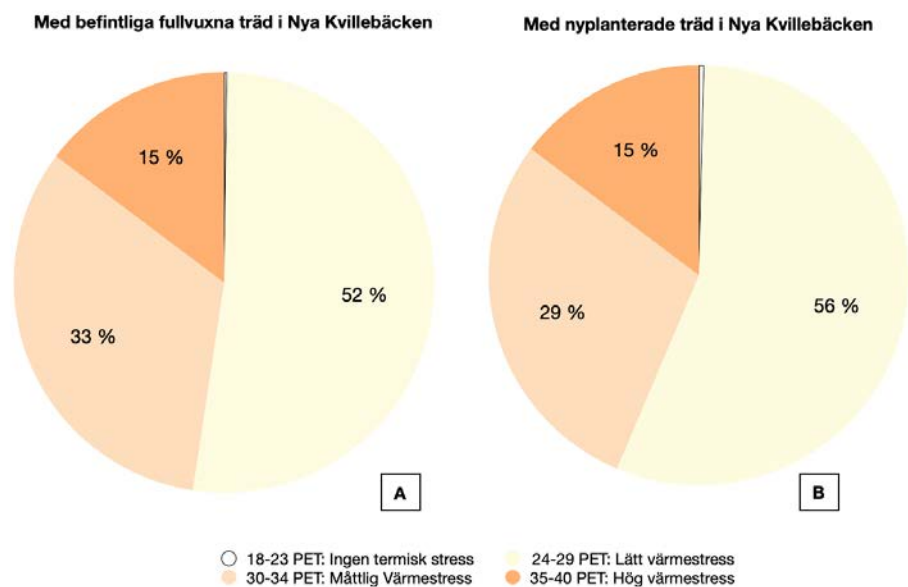
fullvuxna träd i Kvillebäcken respektive efter Treeplanter visas i figur 22c. Mörkblå färg indikerade störst skillnad i form av lägre temperaturer. Störst skillnad var på innergårdarna samt vid saluhallen som innebär minskningar främst mellan 0-5°C men även 5-16 °C  $T_{mrt}$ . Resultatet påvisar att de nya träden medförde lägre  $T_{mrt}$  samt PET-värden för området men även till viss del ökning av  $T_{mrt}$ . Planteringen av nya träd innebar en ökning av 1-2  $T_{mrt}$  °C i fåtalet mindre ytor över hela studieområdet.



**Figur 22:** Förändringen av  $T_{mrt}$  (°C) i Nya Kvillebäcken efter att nya träd har planterats. 22a visar fullvuxna träd. 22b visar fullvuxna och nyplanterade träd. 22c visar skillnaden i  $T_{mrt}$  mellan 22a och 22b.

**Figure 22:** The change of  $T_{mrt}$  (°C) in Långängen after new trees have been planted. 22a shows fully grown trees. 22b shows fully grown and newly planted trees. 22c shows the difference in  $T_{mrt}$  between 22a and 22b.

Generellt för hela Nya Kvillebäcken innebar nyplantering av träd lägre PET-värden, vilket medförde att PET-kategorin *Måttlig värmestress* minskade med 4 procentenheter, se figur 23. Följaktligen ökade PET-kategorin *Lätt värmestress* med 4 procentenheter. Ett antal träd placerades i närheten av valda POI-punkter, vilket innebär att PET-värden för områdena “Pocketpark” och “Tuveparken” blev markant lägre än tidigare. Störst skillnad av PET-värde över längst tid var i “Pocketpark” under klockslagen 12:00-17:00 som innebär en differens på 10-11 PET, se tabell 5. Denna differens i “Pocketpark” innebär färre timmar med PET-värdet *Hög värmestress*. Vid plantering av träd nära POI-punkter ändrades dessa istället till *Lätt värmestress*. I “Tuveparken” skedde det en förändring under timmarna 11:00-12:00 vilket innebär en minskning av 10 PET under vardera timme. Detta innebär att PET-värden inom angivna klockslag övergick från *Hög värmestress* till *Lätt värmestress*.



**Figur 23:** PET-värden i området för Långängen med fullvuxna träd (23a) och fullvuxna inklusive nyplanterade träd (23b).

**Figure 23:** PET values in the area of Långängen with fully grown trees (23a) and fully grown including planted trees (23b).

**Tabell 5:** PET-värden för valda POI-punkter i Nya Kvillebäcken med befintliga träd (Kolumn "IDAG"), fullvuxna träd tillsammans med träd genererade i Treeplanter (Kolumn "FRAMTID") och differensen i PET (Kolumn "DIFF").

**Table 5:** PET-values for the selected POIs in Nya Kvillebäcken with existing trees (Column "IDAG"), full-grown trees together with trees generated through Treeplanter (Column "FRAMTID") and the difference in PET (column "DIFF").

Nya Kvillebäcken																					
TID	Kvillebäcksparken under träd			Kvillebäcksparken på gräsmatta			Gamla Tuvevägen			Tuveparken			Innergård			Pocketpark			Solventilsgatan		
	IDAG	FRAM-TID	DIFF	IDAG	FRAM-TID	DIFF	IDAG	FRAM-TID	DIFF	IDAG	FRAM-TID	DIFF	IDAG	FRAM-TID	DIFF	IDAG	FRAM-TID	DIFF	IDAG	FRAM-TID	DIFF
05.00	14	14	-	16	16	-	13	13	-	13	13	-	13	13	-	13	14	1	13	13	-
06.00	16	16	-	20	20	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	16	1	15	15	-
07.00	17	17	-	24	24	-	16	16	-	16	16	-	24	24	-	16	17	1	25	25	-
08.00	20	20	-	28	28	-	19	19	-	19	19	-	29	29	-	19	19	-	30	30	-
09.00	23	23	-	33	33	-	23	23	-	22	22	-	23	23	-	34	34	-	24	23	-1
10.00	25	25	-	35	35	-	25	25	-	24	24	-	25	25	-	36	36	-	25	25	-
11.00	26	26	-	35	35	-	26	26	-	36	26	-10	36	36	-	38	37	-1	26	24	-2
12.00	27	27	-	36	36	-	40	40	-	37	27	-10	37	37	-	39	29	-10	27	27	-
13.00	26	26	-	34	34	-	38	38	-	35	35	-	36	36	-	38	27	-11	26	25	-1
14.00	25	25	-	33	33	-	36	36	-	25	25	-	34	34	-	36	26	-10	25	25	-
15.00	25	25	-	33	33	-	26	26	-	25	25	-	35	35	-	37	26	-11	25	25	-1
16.00	25	25	-	24	24	-	25	25	-	24	24	-	25	25	-	36	25	-11	25	25	-
17.00	25	25	-	23	23	-	24	24	-	24	24	-	24	24	-	35	25	-10	25	25	-
18.00	24	24	-	31	31	-	23	23	-	23	23	-	23	23	-	24	24	-	34	34	-
19.00	22	22	-	20	20	-	21	21	-	21	21	-	21	21	-	21	22	1	22	22	-
20.00	21	21	-	19	19	-	20	20	-	20	20	-	20	20	-	20	21	1	20	20	-
21.00	20	20	-	17	17	-	19	19	-	18	19	1	18	18	-	18	20	2	19	19	-
22.00	19	19	-	16	16	-	17	17	-	17	17	-	17	17	-	17	18	1	17	17	-

#### PET

13-17: Lätt kyla	30-34: Måttlig värmestress
18-23: Ingen termisk stress	35-40: Hög värmestress
24-29: Lätt värmestress	

#### Differens PET

Ingen förändring
Ökning av PET-värde
Minskning av PET-värde

## 6. Diskussion

Träden i Långängen är lokaliserade på öppna fria grönytor mellan bostadshusen, medan träden i Nya Kvillebäcken är placerade i rabatter med inhägnader och omgivna av hårdlagda ytor. Från resultatet framkom det att träden inte var optimala för att reducera värmestress. Det framkom genom delmoment ett att träden i Nya Kvillebäcken främst inte planerades ur ett värmestressperspektiv. Genom delmoment två framkom det att den generella uppfattningen kring tillgängligheten till skuggande träd var bättre i Långängen än i Nya Kvillebäcken. Till sist framkom det i det tredje delmomentet att både befintliga och nyplanterade träd bidrog till en markant reduktion av  $T_{mrt}$ , vilket i sin tur bidrog till en minskning av PET i vardera område.

Trots att det står inskrivet i Park- och naturförvaltningens diverse dokument såsom Grönstrategi och Trädpolicy att staden ska kunna hantera ett föränderligt klimat, framkom det vid intervju med Lindqvist att Park- och naturförvaltningen inte tenderar att planera träd i syfte för att minska värmestress. En anledning till detta, vilket framkom under intervjun med Sintorn, är att det är dyrt att genomföra klimatstudier. Detta resulterar i att Sintorn som landskapsarkitekt får försöka integrera funktionsmässiga värden utöver de gestaltningsmässiga. Utöver Sintorns egen roll i integreringen av funktionsmässiga värden ansåg hon att det finns ett behov av att visualisera trädens funktioner. Genom intervjun med Lindqvist framkom det även att bestämmelser kring träd i ett område innebär en hel del målkonflikter mellan olika aktörer, vilket påverkar den slutgiltiga lokaliseringen och trädvalet. Genom Göteborgs Stads diverse styrande dokument, policys, program och strategier sker en uppdelning av ämnesområden inom exempelvis förvaltningar och nämnder i syfte för att organisera vem som ansvarar för vad och hur det ska genomföras. Till följd av detta resonerar vi att samspelet kan gå förlorat när diverse förvaltningar och nämnder jobbar med olika dokument som är nischade på olika ämnesområden och målsättningar. Behovet av ett samspel mellan förvaltningarna uppmärksammas även i budgeten för Park- och naturförvaltningen (2021:15).

På grund av att klimatstudier är en kostnadsfråga begränsas den laborativa processen för val av lokalisering och val av trädarter enligt Sintorn. Vad som även framkommer i budgeten för Park- och naturförvaltningen (2021:15-16) är betydelsen av modellering för diverse klimatskydd. Det framkommer att det finns ett behov av större satsningar inom resurser för teknik och utbildning kring multifunktionalitet i syfte för att skydda staden och dess invånare.



Sintorns uttalande i kombination med Park- och naturförvaltningens budget påvisade behovet av att genomföra klimatstudier, likt värmekarteringen som utfördes i GIS i denna studie. Genom GIS har vi skapat förståelse för trädens nedkylande funktioner, samt hur träd kan användas för att reducera effekter av värmestress. Därav anser vi att GIS som verktyg kan användas i syfte för att införa lämpliga klimatanpassningsåtgärder.

Genom intervjun med Lindqvist framkom det att det är vanligt att det förekommer ett glapp mellan gestaltning och utförande. Detta glapp framgick även i utförandet av en trädplantering i Nya Kvillebäcken, då ett påkörningsskydd hade placerats i en upphöjd plantering. Genom detta resonerar vi att glappet kan ha inneburit konsekvenser för slutgiltig lokalisering, estetik och tillgänglighet. För att få en fördjupad förståelse för hela processen kring hur träd har lokaliserats samt val av trädart i Nya Kvillebäcken, hade vidare studier behövts göras i syfte för att kunna skildra processen från det att planeringen görs, till att träden är planterade.

Genom enkätundersökningen framkom det att respondenterna föredrog att vistas på andra platser utanför studieområdet under varma dagar, vilket kan innebära att tillgängligheten till skuggande träd generellt i båda områdena är otillräcklig. Dessutom framkom det att träden var otillgängliga att sitta under i Nya Kvillebäcken. Dels var påkörningsskydd placerade runt träden, samt att bänkar var placerade bortom träd och dessa utan tillgänglighet till skugga. Genom dessa två aspekter i resultatet framkom det att trädens effekt för att minska värmestress inte kan nyttjas av människor på samma sätt som i Långängen, där träd istället är tillgängliga för människor genom omgivande öppna gräsytor. I Grönstrategin (2014) samt Folkhälsomyndighetens rapport kring närhet till grönska (2009) betonas vikten av tillgänglighet för att dels skydda mot värmeböljor men även andra fördelar. Visserligen kan träd minska  $T_{mrt}$  generellt för ett område, men det är av betydelse att tillgängliggöra träd så att människor aktivt kan söka skydd för att minska den fysiologiska stressen. Vi resonerar att beslutet om att placera perenner samt påkörningsskydd begränsar människors möjlighet till att nyttja skuggan från träden. Istället anser vi att tåligare markvegetation i kombination med sittplatser, hade ökat tillgängligheten, vilket kan behövas under väderförhållanden då värmestress kan uppstå.

Ett problem som uppmärksammades i samband med enkäten och värmekarteringen var att avgränsningen för Långängen inte hade någon tillhörande park. På grund av beslutet att inkludera Kvillebäcksparken, kan detta ha inneburit att fler respondenter föredrog att vistas i parken framför grönyterna i Långängen. Detta kan även ha inneburit konsekvenser för



värmekarteringen, då det kan ha förvrängt resultatet av  $T_{mrt}$  i Nya Kvillebäcken. Detta eftersom att en stor andel av Nya Kvillebäcken består av parkmiljö, vilket i sin tur kan ha inneburit lägre  $T_{mrt}$  totalt för området. Följaktligen hade det varit av intresse för vidare studier att undersöka studieområden med lika stor andel grönska, antingen genom att inkludera en park i båda områdena alternativt att exkludera Kvillebäcksparken.

Förutom trädens inverkan på att reducera  $T_{mrt}$  observerades även effekter från byggnader i vardera område. Enligt Lindberg et al. (2016) anses höga och täta byggnationer, i kombination med vegetation, bidra till en reduktion av värmestress i stadsmiljöer. Skuggan från höga byggnader genererade lägre  $T_{mrt}$ , exempelvis i områden kring innergårdar och tvärgator i Nya Kvillebäcken. Liknande effekter kunde inte observeras i Långängen, vilket vi resonerar kan bero på de lägre och glesare byggnaderna. Med detta kunde olika styrkor i vardera område identifieras. Nya Kvillebäcken hade styrkor vad gäller byggnadsstruktur, medan Långängen hade en integrering av grönytor i bostadsområdet. I samma studie av Lindberg et al (2016) fann man att träd som placerades i öppna områden minskade den potentiella sårbarheten för hela områden, medan träd som placerades intill solbelysta byggnader gav mindre effekt. Lokalisering av träd genom TreePlanter innebar en placering intill solbelysta väggar. Vi resonerar att detta kan bero på att det var intill väggarna som högst  $T_{mrt}$  påträffades. Fortsättningsvis tror vi att om öppna områden hade haft lika högt  $T_{mrt}$  som ytorna intill solbelysta väggarna, finns det en möjlighet att träden hade lokaliserats på dessa platser istället.

Vid utveckling av denna uppsats hade större träd kunnat tillämpas i TreePlanter för Långängen eftersom att området hade möjlighet till detta då det fanns större öppna ytor. Det hade varit av intresse att undersöka hur skillnader i  $T_{mrt}$  hade förändrats om olika träddarter använts i TreePlanter vid nyplantering, där en kombination av större och mindre träd planteras beroende på vad som hade lämpats i vardera område. Baserat på vad som framgick från studier av Wang et al. (2021) och Thorsson (2012:29) hade det varit av betydelse att undersöka den kylande effekten av en kombination av träd, buskar och markvegetation i vardera område.

Genom att använda intervjuer, en enkätundersökning och värmekarteringar har olika vinklar av trädens lokalisering och tillgänglighet i vardera område kunnat undersökas. Baserat på val av lokalisering och hur tillgängligt träd planeras kan detta ge en påverkan på människors möjligheter till att nyttja skugga under varma dagar och därmed dess termiska tillstånd. På

samma sätt påverkar planeringen även områdets lokal- och mikroklimat, vilket har påvisats i denna studie genom värmekartering och vid nyplantering av träd. Alla delmoment har i studien bidragit med olika perspektiv som resulterat i en fördjupad förståelse för forskningsfrågorna samt hur dessa delmoment formar och påverkar varandra.

## 7. Slutsats

Val av lokalisering och trädarter i Nya Kvillebäcken har främst styrts av diverse tekniska och estetiska faktorer snarare än att anpassa staden efter ett föränderligt klimat. Park- och naturförvaltningen tar hänsyn till trädens funktioner vad gäller hantering av framtida nederbördsökningar, däremot krävs ett större fokus på hur träd kan minimera effekter från värmestress. Det har visat sig att flertalet faktorer försvårar Park- och naturförvaltningens arbete, såsom Räddningstjänstens möjlighet att ta sig fram, utrymme både ovan och under mark samt högre prioritet av planering av gång-, cykel- och körbanor. Därmed kan förutsättningarna för planering av träd försämrats på grund av Park- och naturförvaltningens status i förhållande till andra större förvaltningar. Trots att Park- och naturförvaltningen har sista ordet vad gäller beslut kring trädart är det många faktorer som spelar in, såsom bredd på gata, avstånd till hus samt Göteborgs trädbestånd.

Tillgängligheten till att nyttja skugga under träd i Långängen och Nya Kvillebäcken upplevs generellt utifrån boende och besökare vara otillräcklig under varma dagar med värmestress. Istället för att söka sig till skuggande träd i området, framkom det att respondenterna hellre föredrog att vistas i andra delar av Göteborg. I jämförelse mellan de båda områdena framkom det att tillgängligheten till att sitta under träd var bristande i Nya Kvillebäcken, till skillnad från Långängen där öppna grönytor integrerades i bostadsområdet.

Utifrån värmekarteringen framkom det att befintliga träd skyddar i en högre grad mot värmestress i Nya Kvillebäcken än i Långängen, men även när träden är fullvuxna. Även fast träden bidrog till lägre temperaturer, i  $T_{mrt}$  och PET, i vardera område var det en väldigt liten andel som uppnådde termisk komfort. De nyplanterade träden placerades främst intill fasader och på parkeringar i Långängen, medan de nyplanterade träden främst placerades på innergårdar och utanför saluhallen i Nya Kvillebäcken. Samtliga GIS-analyser har tydligt indikerat på trädens effekt att minimera värmestress. I och med eventuella framtida och mer frekventa värmeböljor, likt sommaren 2018, ser vi vikten av träd som anpassningsåtgärd för att reducera värmestress i stadsmiljöer.

## 8. Källor

Elwood, S. (2010). *Mixed Methods: Thinking, Doing and Asking in Multiple Ways*. Delyser, L. The SAGE Handbook of Qualitative Geography. London: SAGE. Hämtad (2021-05-20) från: <https://dx-doi-org.ezproxy.ub.gu.se/10.4135/9780857021090.n7>

Esaiasson, P., Gilljam, M., Towns, A. E., & Wängnerud, L. (2017). *Metodpraktikan: konsten att studera ett samhälle, individ och marknad*. Stockholm: Wolters Kluwer. ISBN: 9789139115151.

Folkhälsomyndigheten. (2018). Värmestress i urbana utomhusmiljöer - förekomst och åtgärder i befintliga bebyggelse. Hämtad (2021-05-15) från: <https://www.folkhalsomyndigheten.se/contentassets/e5286456e91c442a923c6884d84f79be/varmestress-urbana-utomhusmiljoer-18061-webb-181112.pdf>

Folkhälsomyndigheten. (2009). Grönområden för fler - en vägledning för bedömning av närhet och attraktivitet för bättre hälsa. Hämtad (2021-05-25) från: <https://www.folkhalsomyndigheten.se/contentassets/f5981a14af284331aa957f724bbdbcf4/r2009-2-gronomraden-for-fler.pdf>

Göteborgs Stad (u.å.a). Backaplan - 2000 lägenheter i Östra kvillebäcken. Hämtad: (2021-05-18) från: <https://goteborg.se/wps/portal/start/byggande--lantmaterierochplanarbete/kommunensplanarbete/plan--ochbyggprojekt?uri=gbglnk%3A20130620-1232&projektid=BN0965%2F04>

Göteborgs Stad (u.å.b). Styrande dokument i Göteborgs Stad. Hämtad (2021-05-24) från: <https://goteborg.se/wps/portal/start/kommunopolitikplanerstyrdokument/styrandedokument-i-goteborgs?uri=gbglnk%3A20130620-1232>

Göteborgs Stad. (u.å.c). Kort kommunfakta. Hämtad (2021-04-22) från: <https://goteborg.se/wps/portal/start/kommunopolitikkommunfakta/kortkommunfakta?uri=gbglnk%3A20130620-1232>

Göteborgs Stad (u.å.d). Hitta naturområden. Hämtad: (2021-05-24) från: <https://goteborg.se/wps/portal/start/kultur-ochfritid/fritid-ochnatur/friluftsliv-natur-ochnaturomraden/naturomraden>

Göteborgs Stad. (u.å.e). Trädatalog. Hämtad (2021-04-21) från:

[https://goteborg.se/wps/wcm/connect/e8b7df47-910a-4a3f-986d-89095fb0bae9/Bilaga5\\_till\\_till%C3%A4ggspolicy.pdf?MOD=AJPERES](https://goteborg.se/wps/wcm/connect/e8b7df47-910a-4a3f-986d-89095fb0bae9/Bilaga5_till_till%C3%A4ggspolicy.pdf?MOD=AJPERES)

Harris, R., & Jarvis, C. (2014). *Statistics for Geography and Environmental Science*. Taylor and Francis. doi: 10.4324/9781315847610

Höppe, P. (1999). The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology*. 47, 71-75. Hämtad (2021-05-01) från:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s004840050118>

Janković, V., & Hebbert, M. (2012). Hidden climate change – urban meteorology and the scales of real weather. *Climatic Change* 113, 23–33 (2012). Hämtad (2021-05-15) från:

<https://doi-org.ezproxy.ub.gu.se/10.1007/s10584-012-0429-1>

Klingberg, J., Konarska, J., Lindberg, F., Johansson, L., & Thorsson, S. (2017). Mapping leaf area of urban greenery using aerial LiDAR and ground-based measurements in Gothenburg, Sweden. *Urban Forestry & Urban Greening*. Volume 26, 2017, Pages 31-40, ISSN 1618-8667, <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.05.011>.

Lindberg F, Grimmond CSB, Gabey A, Huang B, Kent CW, Sun T, Theeuwes N, Järvi L, Ward H, Capel- Timms I, Chang YY, Jonsson P, Krave N, Liu D, Meyer D, Olofson F, Tan JG, Wästberg D, Xue L, Zhang Z. (2018). Urban Multi-scale Environmental Predictor (UMEP) - An integrated tool for city-based climate services. *Environmental Modelling and Software*. 99, 70-87

<https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.09.020>

Lindberg, F., Thorsson, S., Rayner, D., & Lau, K. (2016). The impact of urban planning strategies on heat stress in a climate-change perspective. *Sustainable Cities and Society*. Volume 25, 2016, Pages 1-12, ISSN 2210-6707,

<https://doi.org/10.1016/j.scs.2016.04.004>.

Monteiro, M.V., Handley, P., Morison, J.I.L., & Doick, K.J. (2019). The role of urban trees and greenspaces in reducing urban air temperatures. Forestry Commission, UK Government, ISBN: 978-0-85538-984-0. Hämtad (2021-04-29) från:

<https://www.forestryresearch.gov.uk/documents/7125/FCRN037.pdf>

Moss, J.L., Doick, K.J., Smith, S., & Shahrestani, M. (2019). Influence of evaporative cooling by urban forests on cooling demand in cities, *Urban Forestry & Urban Greening* Volume 37C, 2019, Page 65-73, ISSN 1618-8667.

<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.07.023>

Oke, T., Mills, G., Christen, A., & Voogt, J. (2017). *Urban Climates*. Cambridge: Cambridge University Press. [doi:10.1017/9781139016476](https://doi.org/10.1017/9781139016476)

Ottosson & Thuvander. (2013). Fördjupad boendedialog Långängen, Göteborg. Chalmers tekniska högskola & White arkitekter AB. Hämtad (2021-05-21) från:

[https://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/193066/local\\_193066.pdf](https://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/193066/local_193066.pdf)

Park- och naturförvaltningen. (2014). Grönstrategi för en tät och grön stad. Göteborgs Stad. Hämtad (2021-05-16) från:

[https://goteborg.se/wps/wcm/connect/0bbf9fb8-a6a9-43bf-9548-34e7697d8f0e/Grönstrategi\\_20140324.pdf?MOD=AJPERES](https://goteborg.se/wps/wcm/connect/0bbf9fb8-a6a9-43bf-9548-34e7697d8f0e/Grönstrategi_20140324.pdf?MOD=AJPERES)

Park- och naturförvaltningen. (2016). Stadens Träd: Policy för park- och gatuträd. Göteborgs Stad. Hämtad (2021-05-17)

från: [https://tekniskhandbok.goteborg.se/wp-content/uploads/1D\\_141\\_Stadens-trad\\_2016-10-1.pdf](https://tekniskhandbok.goteborg.se/wp-content/uploads/1D_141_Stadens-trad_2016-10-1.pdf)

Park- och naturförvaltningen. (2021). Budget 2021 Park- och naturnämnden. Hämtad (2021-05-24) från:

[https://www4.goteborg.se/prod/intraservice/namndhandlingar/SamrumPortal.nsf/889CB3CDF15ACA95C12586390033E980/\\$File/08\\_TU\\_201214.pdf?OpenElement](https://www4.goteborg.se/prod/intraservice/namndhandlingar/SamrumPortal.nsf/889CB3CDF15ACA95C12586390033E980/$File/08_TU_201214.pdf?OpenElement)

SMHI. (2020). Värmebölja. Hämtad (2021-05-25) från:

<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/varmebolja-1.22372>

Stadsbyggnadskontoret. (2008a). Detaljplan för Östra Kvillebäcken södra delen. Göteborgs Stad. Hämtad (2021-05-11) från:

<https://docplayer.se/18135459-Detaljplan-for-ostra-kvillebacken-sodra-delen.html>

Stadsbyggnadskontoret. (2008b). Gestaltungsprogram Östra kvillebäcken. Göteborgs Stad. Hämtad (2021-04-16) från:

[https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planbygg.nsf/vyFiler/Backaplan%20-%202000%20lägenheter%20i%20Östra%20Kvillebäcken-Plan%20-%20samråd-Gestaltningssprogram/\\$File/Gestaltningssprogram.pdf?OpenElement](https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planbygg.nsf/vyFiler/Backaplan%20-%202000%20lägenheter%20i%20Östra%20Kvillebäcken-Plan%20-%20samråd-Gestaltningssprogram/$File/Gestaltningssprogram.pdf?OpenElement)

Stadsbyggnadskontoret. (2009a). Översiktsplan för Göteborg. Karta 1: Användning av mark- och vattenområde. Göteborgs Stad. Hämtad (2021-05-11) från:

<https://goteborg.se/wps/wcm/connect/51ebbf06-9b40-46eb-ba5d-a731cfc7c789/Karta1.pdf?MOD=AJPERES>

Stadsbyggnadskontoret. (2009b). Översiktsplan för Göteborg. Övergripande mål och strategier, strategiska frågor, inriktning för stadens utveckling. Del 1: Utgångspunkt och strategier. Göteborgs Stad. Hämtad (2021-04-20) från:

<https://goteborg.se/wps/wcm/connect/d1f790ad-263d-4a42-ad8f-8777f65a094c/Del1.pdf?MOD=AJPERES>

Stadsbyggnadskontoret. (2009c). Översiktsplan för Göteborg. Del 3: Riksintressen, miljö- och riskfaktorer. Göteborgs Stad. Hämtad (2021-04-25) från:

<https://goteborg.se/wps/wcm/connect/d047b372-791f-43e6-8194-126866fd913e/Del3.pdf?MOD=AJPERES>

Thorsson, S. (2012). Stadsklimatet - Åtgärder för att sänka temperaturen i bebyggda område. Totalförsvarets forskningsinstitut, FOI . Hämtad (2021-04-08) från: [Stadsklimatet FOI \(2012\).pdf \(lansstyrelsen.se\)](#)

Thorsson, S., Rocklöv, J., Konarska, J., Lindberg, F., Holmer, Björn., Dousset, B., & Rayner, D. (2014). Mean radiant temperature – A predictor of heat related mortality. *Urban Climate*. Volume 10 part 2. Pages: 332-345.

<https://doi.org/10.1016/j.uclim.2014.01.004>

Wallenberg, N., Lindberg, F., & Rayner, D. Locating trees to mitigate outdoor radiant load of humans in urban areas using a metaheuristic hill climbing algorithm – Introducing TreePlanter v1.0. (In review).

Wang, X., Dallimer, M., Scott, C.E., Shi, W., & Gao, J. (2021). Tree species richness and diversity predicts the magnitude of urban heat island mitigation effects of greenspaces, *Science of The Total Environment*, Volume 770, 2021, 145211, ISSN 0048-9697.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145211>



Yu, Q., Ji, W., Pu, R., Landry, S., Acheampong, M., O' Neil-Dunne, J., Ren, Z., & Tanim, S.H. (2020). A preliminary exploration of the cooling effect of tree shade in urban landscapes, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Volume 92, 102161, ISSN 0303-2434,

<https://doi.org/10.1016/j.jag.2020.102161>

Zhao, Q., Sailor, D.J. & Wentz, E.A. (2018). Impact of tree locations and arrangements on outdoor microclimates and human thermal comfort in an urban residential environment, *Urban Forestry & Urban Greening*, Volume 32, 2018, Pages 81-91, ISSN 1618-8667,

<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.03.022>

Åström C, Bjelkmar P, Forsberg B. (2019). Ovanligt många dödsfall i Sverige sommaren 2018. *Läkartidningen*. Publicerad: 2019-05-16.

<https://lakartidningen.se/wp-content/uploads/EditorialFiles/FH/%5bFLFH%5d/FLFH.pdf>

# Appendix 1 - Intervjuguide Landskapsarkitekt på Park- och naturförvaltningen

## *Uppvärmningsfrågor*

- Kan du berätta lite om ditt arbete som landskapsarkitekt?

## *Tema 1 Generella frågor om planeringsprocessen*

- Hur fattas beslut kring lokalisering och val av träd?
  - Vilka parter är det som beslutar vad och i vilket skede av planeringsprocessen?
  - När kommer park- och naturförvaltningen in i bilden?
- Med tanke på att exempelvis Göteborgs Stads trädpolicy: "Stadens träd" inte används som ett styrande dokument, vad utgår man ifrån vid lokalisering och val av träd? Exempelvis mål, strategier, teknisk handbok och styrande dokument.
- Är framtida klimat något som man tar hänsyn till vid planeringen av träd?
  - är värmestress en aspekt som tas i beaktning vid planering av träd? (exempelvis termisk komfort, skuggning, lokalisering, olika arter).
- Ser du några utmaningar vid stadsplanering för lokalisering av träd?

## *Tema 2 Träden i Nya Kvillebäcken*

- På vilket sätt var du involverad i planeringen av östra Kvillebäcken?
- Hur fattades beslut kring lokalisering och val av träd i Kvillebäcken?
  - Vilka aspekter utgick man ifrån vid dessa beslut? (Estetik, klimat, buller, trafik, byggnader?)
- Vad har man valt för träsorter? Hur stora förväntas de bli? Hur lång tid kommer det ta tills dessa är fullvuxna?
- I de offentliga miljöerna i nya kvillebäcken är majoriteten av träden planterade i rabatter, vad är syftet bakom detta? (Här tänker vi att vi visar bilder från området)
- Hämtades någon typ av inspiration från äldre delar av Kvillebäcken?
- Ser du någon skillnad vad gäller lokalisering av träd i gamla respektive nya delar?
  - Har synen på trädens funktion förändrats?
- Ser du några styrkor eller brister med hur träden planerades i Östra Kvillebäcken?

## *Tema 3 Avslutande*

- Är det något du vill tillägga innan vi avslutar?

## Appendix 2 - Intervjuguide Planeringsledare Träd på Park- och naturförvaltningen

### *Uppvärmningsfrågor*

- Kan du berätta om din arbetsroll som planeringsledare för träd på park- och naturförvaltningen?

### *Tema 1 Generella frågor om planeringsprocessen*

- Hur fattas beslut kring lokalisering och val av träd?
  - Vilka parter är det som beslutar vad och i vilket skede av planeringsprocessen?
  - När kommer park- och naturförvaltningen in i bilden?
- Hur fattas beslut kring lokalisering och val av träd?
  - Med tanke på att exempelvis Göteborgs Stads trädpolicy: "Stadens träd" inte används som ett styrande dokument, vad utgår man ifrån vid lokalisering och val av träd? Exempelvis mål, strategier, teknisk handbok och styrande dokument.
- Sker det en bra kommunikation och samarbete mellan involverade parter när träd ska lokaliseras samt väljas ut beroende på art?
  - Kan det bli målkonflikter mellan olika parter? Om så är fallet, vilka?

### *Tema 2 Hållbar stadsplanering: generella frågor*

- Är framtida klimat något som ni på park- och naturförvaltningen tar hänsyn till vid planeringen av träd?
  - är värmestress en aspekt som tas i beaktning vid planering av träd? (exempelvis termisk komfort, skuggning, lokalisering, olika arter).
- Ser du några utmaningar gällande stadsplanering för lokalisering av träd?
- Tror du att planeringsmetodikerna som används för planering av träd kommer förändras i framtiden?
  - Är det något som borde beaktas utöver det som redan tas hänsyn till?
- Har synen på trädens funktion i staden förändrats över tid?
  - Hur ser Göteborgs stad på trädens funktion idag?

### *Tema 3 Kvillebäcken*

- Ser du någon skillnad vad gäller lokalisering av träd i gamla respektive nya delar? Om vad, vilka är de största skillnaderna?
- Om du får spekulera, vad tror du att man haft för tankar när man lokaliserat och valt träd i nya Kvillebäcken?
- Vad tycker du om lokaliseringen och val av träd i det nya området?

—> I förhållande till gamla områden.

### *Tema 4 Avslutande*

- Är det något du vill tillägga innan vi avslutar?

## Appendix 3 - Enkätundersökning

Vi är tre studenter på Göteborgs Universitet som just nu skriver en kandidatuppsats om sambandet mellan värmeböljors effekt på människors hälsa och grönska i städer. Vi skulle behöva din hjälp med att svara på några frågor gällande upplevelser kring tillgängligheten till grönska, specifikt träd, i Kvillebäcken. Två områden har valts ut för denna studien, ett i nya och ett i gamla Kville, se kartan nedan.



Enkäten är avsedd till att besvaras av boende i både Nya och Gamla Kvillebäcken samt besökare. Enkäten består av 8 st frågor och uppskattas ta max 5 min att genomföra. Vi hade varit mycket tacksamma om du tar dig tiden att delta i denna undersökning.

**Vilket av följande påståenden stämmer bäst in på dig?**

**1. Min ålder är:**

- < 20 år
- 20-40 år
- 41-60 år
- 61-80 år
- >80 år

**2. Jag bor:**

- I Nya Kvillebäcken
- I Gamla Kvillebäcken
- Utanför Kvillebäcken

---

**För fråga (...) - (...) besvara hur väl följande påståenden stämmer in till din åsikt:**

**3. Under soliga och varma dagar som upplevs påfrestande uppskattar jag att söka skugga under träd**

- Helt enig
- Delvis enig
- Varken enig eller oenig
- Delvis oenig
- Helt oenig
- Ingen åsikt

**4. Under soliga och varma dagar på året upplever jag att det finns lättillgängliga träd (i t.ex parker samt längs med bostäder/gångvägar) att söka skugga under:**

I Nya Kvillebäcken

- Helt enig
- Delvis enig
- Varken enig eller oenig
- Delvis oenig
- Helt oenig
- Ingen åsikt

I Gamla Kvillebäcken

- Helt enig
- Delvis enig
- Varken enig eller oenig
- Delvis oenig
- Helt oenig
- Ingen åsikt

**5. Jag upplever att det finns en skillnad på tillgängligheten till skuggande träd i Nya Kvillebäcken i jämförelse med Gamla Kvillebäcken:\***

- Nya Kville har bättre tillgänglighet till skuggande träd
- Gamla Kville har bättre tillgänglighet till skuggande träd
- Båda områdena har bra tillgänglighet till skuggande träd
- Båda områdena har dålig tillgänglighet till skuggande träd

- Ingen åsikt

**6. I Nya Kvillebäcken upplever jag att tillgängligheten till träd är större i de privata innergårdarna än i de offentliga rummen (t.ex. parker samt längs med bostäder/gångvägar):**

- Helt enig
- Delvis enig
- Varken enig eller oenig
- Delvis oenig
- Helt oenig
- Ingen åsikt

**7. Under soliga och varma dagar som upplevs påfrestande uppskattar jag att vistas i samtliga utomhusmiljöer. Ge gärna två exempel:**

*Svarsexempel: I parken och på innergården vid gatan...*

**Svar:** \_\_\_\_\_

